МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ЕЛЕЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. И.А. БУНИНА»

CONTINUUM

МАТЕМАТИКА. ИНФОРМАТИКА. ОБРАЗОВАНИЕ

Выпуск №2(26) / Елец, 2022

Учредитель и издатель: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина» (399770, Липецкая область, г. Елец, ул. Коммунаров, 28, 1)

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ № ФС77-69418 от 14 апреля 2017 г.).

Журнал входит в Перечень российских рецензируемых научных журналов, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

THE FOUNDER AND THE PUBLISHER

The founder and the publisher: Federal State Budget Educational Institution of Higher Education «Bunin Yelets State University» (399770, Lipetsk region, Yelets, st. Kommunarov, 28, 1).

The journal is registered in the Federal Service for Supervision of Communications, Information Technology, and Mass Media. (Certificate of registration: PI № FS 77-69418 of 14 april 2017).

The journal is included in The List of Russian peer-reviewed scientific journals, in which main scientific results of doctoral and candidate's theses must be published.

THE EDITORIAL BOARD

ISSN 2500-1957

СОДЕРЖАНИЕ

МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОБУЧЕНИЯ МАТЕМАТИКЕ И ИНФОРМАТИКЕ В СИСТЕМЕ ОБЩЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

МЕТОДОЛОГИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ В ЭПОХУ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ

CONTENTS

METHODOLOGICAL ASPECTS OF TEACHING MATHEMATICS AND COMPUTER SCIENCE IN THE GENERAL EDUCATION SYSTEM

METHODOLOGY AND TECHNOLOGY OF VOCATIONAL EDUCATION IN THE ERA OF DIGITAL TRANSFORMATION

МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОБУЧЕНИЯ МАТЕМАТИКЕ И ИНФОРМАТИКЕ В СИСТЕМЕ ОБЩЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

DOI: 10.24888/2500-1957-2022-2-8-21

УДК 376.5

О МОДЕЛИ РАБОТЫ С МАТЕМАТИЧЕСКИ ОДАРЕННЫМИ ШКОЛЬНИКАМИ

Агаханов Назар Хангельдыевич
к.ф.-м.н., доцент,
nazar_ag@mail.ru
г. Долгопрудный
Московский физико-технический институт

Марчукова Ольга Григорьевна
к.п.н., ст. преподаватель
vera-nadegda@bk.ru
г. Тюмень
Тюменский государственный институт развития регионального образования

Аннотация. В контексте развития в нашей стране современных отраслей наук и производства актуальной целью становится подготовка высококвалифицированных специалистов в области информационных технологий и математики. Требует совершенствования работа по поиску, профессиональной ориентации и подготовке молодежи, обладающей способностями в области математики, как в высшей школе, так и в системе общего образовании. В статье освещается современное состояние этой работы и выявляется необходимость ее вывода за рамки общеобразовательной школы. Предложены пути развития и модернизации системы работы со школьниками, обладающими математическими способностями. Рассматривается роль содержания математических олимпиад не только в решении вопроса отбора одаренных школьников, но и формировании мотивации учащихся к занятиям математикой и их начальной профориентации. Выявляется необходимость изменений: в системе поиска и отбора учащихся, имеющих способности в области математики; в составе группы педагогов, осуществляющих работу с мотивированными и способными школьниками; в списке олимпиад, решающих задачи выявления способных учащихся; в формулировании целей, стоящих перед математическими олимпиадами; в разработке содержания олимпиад адекватно сформулированным целям. С целью реализации указанных изменений предлагаются новые подходы к работе со школьниками. Описана учебно-организационная модель для решения задач поиска, мотивации, отбора и профориентации широкой группы обучающихся, имеющих способности в области математики.

Ключевые слова: математически одаренные школьники, математические способности, математические олимпиады, содержание олимпиадных задач.

Благодарности: автор статьи выражает благодарность рецензентам за полезные и содержательные замечания.

Актуальность оптимизации работы с математически одаренными школьниками

Развитие нашей страны в мире высоких технологий требует развития наукоёмких отраслей[1]. Для цифровой экономики динамизация подготовки высококвалифицированных кадров – приоритетная задача. Результаты ее решения зависят, в том числе, от слаженности всех звеньев в системе работы с одаренными школьниками и студенческой молодежью. Возникающая в связи с этим **проблема** оптимизации традиционных и возникших за последние три десятилетия новых форм работы с математически одаренными школьниками осознается тем более выраженной в условиях отказа от Болонской системы подготовки кадров и осмысления итогов перманентной модернизации отечественной системы образования.

Изменившаяся социально-образовательная реальность ориентирует учебно-организационный процесс не столько на *поиск* и *отбор* юных талантов, сколько на *привлечение* способных учащихся к математике и *вовлечение* в ее познание. Данное означает, что моделирование учебно-организационной работы должно определяться задачами поиска, мотивации, отбора и профориентации широкой группы обучающихся. Обоснованием введения категорий *мотивации* и *профориентации* выступают, с одной стороны, четко обозначенные приоритеты кадровой политики на ближайшую и среднесрочную перспективу, с другой стороны, само содержание современных программ профессионального образования, требующее развитой культуры математического мышления.

Готовность существующей практики работы с одаренными школьниками к решению поставленных задач показывает анализ ее состояния.

Современное состояние работы с юными математиками

В настоящее время бытует представление, что в силу требуемой широты охвата учащихся, основным звеном и ключевыми исполнителями работы со школьниками, проявляющими способности в области математики и информатики, должны быть школы и учителя. Формированию такого взгляда способствовало введение Федеральных государственных образовательных стандартов второго поколения (2009, 2010, 2012 гг.), предусматривающих базовый и повышенный уровень освоения содержания образования. Новые целевые формулировки («повышенный уровень» / «ученик получит возможность научиться» / «на уроке будут созданы условия для…») сориентировали на работу со способными учениками в рамках урока и занятий внеурочной деятельности: «каждый учитель самостоятельно разрабатывает программу подготовки школьников к олимпиадам по математике, в которую включаются определенные темы с системой задач» (Пермякова, 2020). Результаты истекшего десятилетия убедительно показали, что ни мастерство учителя, ни методическая поддержка (большой по объему и вариативности тем материал, представленный на различных интернет-платформах) не привели и не могут привести к требуемому результату (успешности занятий с одаренным ребенком в условиях общеобразовательного класса на уроке), поскольку сама форма классно-урочной системы массовой школы не адекватна содержанию адресной подготовки способного ученика. Введение дополнительного содержания в урок, не решая задач действенной подготовки способных школьников, ведет к перегрузке основной группы учащихся. Анализируя уровень остаточных знаний по математике абитуриентов и студентов первых курсов университетов, ученые бьют тревогу: «перегружать и дальше школьные программы нельзя – мы уже перешли все разумные и научно-обоснованные пределы», – и ориентируют на «поиск путей…концентрации учебного процесса на более глубоком усвоении базовых понятий и положений» (Дураков, 2022).

Однако более важным представляется выявление не организационного, а содержательного «изъяна» сложившейся практики, состоящего в «конфликте» целей обучения стандартным (основанным на соблюдении верной последовательности определенного количества действий) и нестандартным (основанным на качественной новизне идеи условия и / или решения) задачам. Основной целью школьного учебного процесса является освоение большинством учащихся алгоритмов и методов решения

[1] Указ Президента РФ от 02.03.2022 № 83 «О мерах по обеспечению ускоренного развития отрасли информационных технологий в Российской Федерации» и др.

стандартных задач, реже – «задач повышенной сложности». Такие задачи допускают исчислимый минимум (часто – один) нестандартных шагов в своем решении. Тем самым, работа учителей даже в классах, где есть учащиеся, обладающие высоким уровнем восприятия математики, сводится к разбору на занятиях (основных или в рамках факультативов) стандартных методов и алгоритмов решения задач.

Не меняет ситуацию дефицита ресурсов выявления и профориентации одаренных школьников (здесь и далее профориентация подразумевает выбор выпускником школы ВУЗа математической направленности) наличие в профильном ЕГЭ задач, предполагающих некоторую творческую самостоятельность выпускника (часть С). Какова бы ни была сложность задач, она все равно определяется наличием пусть и не совсем простых, но, тем не менее, достаточно предсказуемых идей решения. Это могут быть оценки (нестрогие неравенства) правой и левой частей уравнения в алгебре (хорошо обученные школьники сразу различают такие задачи, увидев в уравнении функции разных типов), либо задачи с параметрами, решаемые с использованием графических методов и т.п. То есть усложнения заданий сохраняются в пределах некоей заданности, измеряемой целями итоговой аттестации за курс школы.

Популярность цифровых инструментов образования и внедрение в образовательный процесс в период пандемии дистанционных форм обучения способствовали широкому распространению интернет-репетиторства. Эффективность занятий с лучшими педагогами очевидна – ученик приобретает глубокие и прочные знания, восполняет пробелы и научается «правильно мыслить». Иными словами, школьник осваивает алгоритмы решения определённых типов задач. Однако приобретаемое преимущество – индивидуализированный характер подготовки – не преодолевает ее ограниченности в выявлении и развитии творческого потенциала ученика. В результате, выпускник школы, даже не обладающий необходимым для обучения в передовом университете уровнем математических способностей, может поступить в такой университет, сдав успешно ЕГЭ. Понимание ошибочности выбора ВУЗа, к сожалению, приходит после нескольких месяцев обучения. Накопленные за время существования ЕГЭ эмпирические данные позволяют утверждать, что экзаменационные задания в формате ЕГЭ (особенно его тестовая часть), эффективно выделяют только ту группу школьников, которые *не готовы* к решению сложных математических задач. То есть, отсекая абитуриентов, неготовых к обучению в статусном вузе, ЕГЭ, тем не менее, *не выделяет* искомую группу школьников, способных к творческим преобразованиям в решениях и могущих успешно учиться в таком университете.

Отметим, что хорошая базовая подготовка, равно как и большой объем знаний в области углубленной школьной программы, еще не являются показателями творческого потенциала учащегося. В противном случае, победителями всероссийской олимпиады школьников (ВсОШ) были бы только ученики лучших физико-математических школ страны, сосредоточенных в Москве и Санкт-Петербурге, в то время как, например, победителями заключительного этапа ВсОШ по математике 2021/2022 учебного года, помимо столичных школьников, стали учащиеся еще из 8 регионов. Объясняется это тем, что глубокие знания и навыки, которые участник олимпиады может воспроизвести при решении задачи, тематически близкой к встречавшейся ранее (*когнитивность*), не позволяют, тем не менее, найти решение сложной новой задачи, так как последнее требует проведение нового (нестандартного), близкого к научному творчеству, рассуждения (*креативность*).

В последние годы активизировалась деятельность региональных исследовательских коллективов по обоснованию и реализации доступных форм развития математического творчества. Содружество ученых, учителей и студентов позволяет актуализировать существующие на местах ресурсы в соответствии со спецификой территории. Это может быть развитие познавательной активности учеников средних классов в Малой школьной академии при пединституте (Ладошкин, 2018), система детско-взрослого наставничества в Сетевой проектной школе (Сергеева, 2021) и т.д. То есть, реальный опыт подтверждает теоретическое рассуждение: структуры, эффективно решающие проблему подготовки мотивированных и способных юных математиков, должны формироваться *вне школы и школьного курса математики*. В целом ряде регионов нашей страны (в Москве, Санкт-

Петербурге, Республиках Татарстан и Адыгея, в Кировской, Московской, Тюменской областях и др.) существуют структуры (управленческие + учебно-научные), успешно ведущие работу, направленную на поиск и отбор одаренных школьников. Однако, в силу как организационных, так и кадровых проблем, распространение опыта на большинство регионов страны проходит не столь успешно. Здесь следует отметить, что основы этой работы были заложены в Советском Союзе, в первую очередь, в Москве и Ленинграде (Леман, 1964; Генкин, 1994).

В советское время работа с одарёнными школьниками велась на кружках при университетах, а также через систему заочных школ, наиболее известными среди которых были школы при МГУ, МФТИ, Новосибирском государственном университете. Формат занятий в них был индивидуализированный – на каждое выполненное задание школьник получал подробную рецензию. В настоящее время созданы многочисленные новые формы работы с одарёнными школьниками, в том числе в рамках проектов, реализуемых образовательным центром Сириус и его филиалами. Недостатком всех проводимых мероприятий является фрагментарность работы, направленной в целом на одну и ту же группу учащихся, а также узость круга педагогов, эффективно осуществляющих работу по поиску и подготовке математически способных школьников. Другим важным фактором, влияющим на снижение в регионах страны качества этой работы, является наблюдающаяся в последнее время тенденция перехода способных детей в школы столицы, обладающей большими финансовыми возможностями для поощрения за олимпиадные успехи. В этом усматриваются неоднозначные последствия предпринимаемых государством шагов по обогащению базовых идей олимпиадного движения (обеспечение научно-образовательной конкурентоспособности страны) персонально-значимыми ценностями: успешное участие в олимпиаде становится социально-образовательным лифтом для талантливых детей, что приводит к концентрации математически одаренных школьников и студентов в столичных регионах[2]. Лучшие условия работы становятся решающим фактором в решении о переезде в Москву и для значительной группы учителей, нередко лучших в своих регионах.

Таким образом, очерчивая проблемное поле в существующей практике работы с юными математиками, следует выделить:

– неправомерность возложения полноты функций поиска, мотивации и отбора одаренных учащихся на уровень школы, поскольку массовый учитель, организуя работу со способными детьми, тем не менее, остается в рамках обучения стандартным методам и алгоритмам решения задач, которые адекватны «пороговым» значениям сложности профильного ЕГЭ;

– несостоятельность устоявшегося представления о том, что углубленная подготовка является однозначным показателем творческого потенциала и, следовательно, способности к освоению сложной (наукоемкой) междисциплинарной / полидисциплинарной программы профессионального образования, поскольку творчество не тождественно широте математического кругозора и эрудиции;

– недостаточность сложившегося формата работы с одаренными школьниками, центрированного на взаимодействиях проявивших себя и *уже* известных учащихся с *уже* известными наставниками; поскольку вне поля зрения остаются большая группа потенциально одаренных / мотивированных детей, а также педагоги, способные вести работу с ними.

Рассмотрение проблемы поиска и отбора большой группы школьников, проявляющих математические способности, их мотивации и профориентации обосновывает создание новой **учебно-организационной модели.** Приведём структуру модели и ее содержание.

---

[2] «Национальная образовательная инициатива «Наша новая школа» (2010), «Концепция общенациональной системы выявления и развития молодых талантов» (2012), «Правила выявления детей, проявивших выдающие-ся способности, и сопровождения их дальнейшего развития» (2015) и др. Указ Президента РФ от 21.07.2020 № 474 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года».

Учебно-организационная модель работы с математически одаренными школьниками

Как обозначено выше, в работе с математически одаренными школьниками речь должна идти не только об учащихся, проявляющих выраженные способности в области математики и принадлежащих к 2,2% населения с очень высоким уровнем интеллекта (Шадрин, 2008), но и обо всех тех высокомотивированных учащихся, кто, обладая достаточным уровнем математических способностей, сможет успешно работать в научных и технологических областях, требующих применения математики и информационных технологий. В предлагаемой модели **объект** педагогической деятельности

– относительно однородная группа достаточно стабильного состава учащихся, проявляющих выраженные способности (на основе природных задатков) в области математики и

– неоднородная группа школьников, имеющих выраженный (спонтанно-ситуативный или постоянный) интерес к занятиям математикой.

Выделение такой структуры объекта обосновывается как широко известной моделью одаренности Дж. Рензулли (интеллектуальные способности – креативность – мотивация), так и представлением об одаренности как динамической характеристике личности, для актуализации потенциала которой особое значение приобретают среда и характер деятельности (А.М. Матюшкин, А.И. Савенков, М.А. Холодная).

В качестве **технологической составляющей** модели предлагается система олимпиад. В научной и педагогической литературе, в нормативных документах не раз отмечалось, что олимпиады остаются проверенным и эффективным инструментом определения уровня творческих способностей школьника и его мотивирования к систематическому научно-исследовательскому творчеству. Так, в Порядке проведения всероссийской олимпиады школьников записано: «Олимпиада проводится в целях выявления и развития у обучающихся творческих способностей и интереса к научной (научно-исследовательской) деятельности, пропаганды научных знаний, отбора лиц, проявивших выдающиеся способности, в составы сборных команд Российской Федерации для участия в международных олимпиадах по общеобразовательным предметам»[3]. Разумеется, столь же успешно этих целей достигают получившие признание Московская и Санкт-Петербургская математические олимпиады, Международный турнир городов (Гальперин, 1986; Медников, 2017; Фомин, 2007).

Однако не все олимпиады в равной степени успешности могут выявлять способности школьника. Математические конкурсы обладают большой долей привлекательности. Успешное решение *простых* математических задач сродни разгадыванию кроссвордов, ребусов. Это в настоящее время активно используется различными образовательными платформами, предлагающими школьникам каждая «свою» олимпиаду, большинство из которых проводится в онлайн-формате. Привлекательность таких соревнований помимо простоты заданий усиливается выдачей дипломов даже при незначительных достижениях участников. В статье (Agakhanov, 2021) были описаны проблемы, связанные с проведением многочисленных конкурсов, носящих наименование «математические олимпиады».

Не способны в существенной мере решать задачу поиска сильных школьников вузовские олимпиады – олимпиады Российского совета олимпиад школьников (РСОШ), нацеленные на формирование контингента абитуриентов, готовых успешно продолжить обучение в выбранном вузе. Их участниками и победителями становятся старшеклассники, отбор и привлечение к занятиям математикой которых произошёл ранее (победители олимпиад и лучшие из учащихся специализированных школ и классов). В том числе, фактически все школьники, добившиеся успехов на заключительных этапах ВсОШ, получают высшие баллы на ЕГЭ и становятся, одновременно, победителями вузовских олимпиад. И хотя олимпиады РСОШ играют большую роль в профориентации выпускников школ, в контексте нашей позиции следует отметить, что несмотря на наименование и статус

[3] Приказ Министерства просвещения РФ от 27 ноября 2020 года №678

олимпиад, имена их участников предсказуемы. Поэтому ни олимпиады «местного значения» (городские / областные конкурсы, игры, дистанционные олимпиады и проч.), ни статусные вузовские олимпиады не рассматриваются нами как действенный инструмент привлечения и вовлечения школьников к занятиям математикой.

В качестве **ведущей технологической составляющей** модели предлагаем выделить всероссийскую олимпиаду школьников в силу её массовости на начальных этапах – школьном (порядка 2 млн. участников) и муниципальном (порядка 500 000 участников), где олимпиада играет в основном роль мотивирующего мероприятия; высокого содержательного уровня на региональном этапе (порядка 8 000 участников), и научно-творческого характера на заключительном этапе (в котором участвуют около полутысячи наиболее талантливых юных математиков страны).

Для успешного выполнения ВсОШ своих целей обязательным требованием является поддержание высокого уровня содержания на всех ее этапах. Задания регионального и заключительного этапов олимпиады по математике разрабатываются Центральной предметно-методической комиссией всероссийской олимпиады школьников по математике (ЦПМК), начальных этапов ВсОШ – муниципальными и региональными методическими комиссиями. К сожалению, не во всех территориях комиссии могут быть сформированы из высококвалифицированных в области олимпиадной математики специалистов. Для решения этой проблемы в последние годы осуществляется обмен комплектами заданий между регионами, а также составление Образовательным центром Сириус при поддержке ЦПМК комплектов заданий школьного этапа ВсОШ, которые могут использоваться территориями.

Одной из главных проблем реализации модели остается, как показывает анализ результатов проведения олимпиад 2015-2022 годы, низкий уровень базовой школьной подготовки учащихся, не позволяющий многим, даже потенциально сильным участникам, продемонстрировать свои способности (близким является пример из филологии: плохо владея азбукой, молодой человек не сможет записать за отведённое время придуманный им рассказ, даже обладая литературным даром). Вследствие чего не может быть успешно решена задача выявления школьников, обладающих математическими способностями. Кажется, что частично эта проблема может быть снята использованием в олимпиадной практике класса задач, не требующих глубоких знаний «обычной» школьной математики (задачи на логику, построение конструкций, и т.д.). Но, математика – едина, и математическое мышление базируется на культуре рассуждения, прививаемой, в том числе, при качественном учебном процессе. И в олимпиадах успехов добиваются школьники, обладающие этой культурой. Следовательно, обязательным звеном работы с одаренными учащимися является повышение уровня их общешкольной подготовки. В качестве подтверждения приведём результаты Пригласительного этапа всероссийской олимпиады, носящего открытый характер (проведён совместно Образовательным центром Сириус и ЦПМК весной 2022 года). Для удобства сравнения показаны усреднённые цифры по группам классов (Таблица 1). Сопоставление данных демонстрирует снижение результатов по мере включения в задания задач, требующих культуры математического мышления (а именно: использования алгебраического аппарата, навыков комбинаторных подсчётов и т.п.).

Таблица 1.

Пригласительный этап ВсОШ, 2022 год

Классы	Процент решивших хотя бы 2 задания из 8	Процент решивших хотя бы 6 заданий из 8
4 – 6	74	14
7 – 8	50	3
9 – 10	30	1

Выше мы указали на ошибочность предположения о том, что задачу факультативной и кружковой работы со школьниками можно возлагать на каждого учителя, ведущего общую учебную подготовку по математике, в силу того, что изучение и выполнение стандартных алгоритмических действий не раскрывает творческий потенциал учащегося. К этому следует добавить, что в математических олимпиадах, уже начиная с муниципального уровня, основу заданий составляют *доказательства*, то есть логические рассуждения, обосновывающие справедливость или ложность тех или иных утверждений. И для выявления учащихся, обладающих математическими способностями, необходима индивидуальная работа с ними, включающая оценку правильности предлагаемых школьниками рассуждений, что требует от самого педагога умения проводить такие рассуждения, то есть умения решать олимпиадные задачи.

Опыт многих регионов страны показывает, что наиболее успешно работа по поиску математически способных школьников проводится в тех городах, в которых функционируют либо сильные математические лицеи и школы с качественной кружковой работой, либо сильные городские центры дополнительного образования. К работе в этих структурах, помимо лучших учителей, привлекаются преподаватели из высшей школы, а также студенты из числа победителей олимпиад, которые с интересом готовы работать с мотивированными юными математиками на своей «малой родине». Этот опыт получил признание в стране. В настоящее время, согласно нормативным документам ВсОШ, *студенты*, добившиеся в школьные годы высоких результатов на олимпиадах, могут быть активно вовлечены в олимпиадный процесс, в том числе входить в состав ЦПМК, жюри всероссийской олимпиады школьников. Поэтому **субъектами** учебного процесса кроме наиболее выдающихся учителей и педагогов высшей школы, педагогов системы дополнительного образования, могут являться студенты-олимпиадники. Несмотря на то, что талантливые выпускники школ стремятся не только получить качественное образование в ведущих университетах, но и найти затем интересную творческую работу в столицах, до окончания университета для них важно выступать в роли «научных волонтёров», передавать знания юным математикам своей родной школы или своего города. Ярким примером является многолетняя работа со школьниками в «Ярославском центре телекоммуникаций и информационных систем в образовании» студента МФТИ Максима Дидина, победителя Международной математической олимпиады.

Профессиональный рост субъектов учебного процесса может осуществляться на курсах повышения квалификации, на площадках математических олимпиад и командных математических турниров. В том числе, в рамках уже зарекомендовавших себя профильных смен в Образовательном центре Сириус и его региональных филиалах, сезонных профильных школ, проводимых в ряде регионов, а также командных турниров юных математиков: Кубок Колмогорова, Южный математический турнир, Уральский турнир юных математиков и др. К сожалению, не используется в полной мере ресурс педагогов, прошедших такую подготовку. Регионам следует активней привлекать их к работе в качестве педагогов-наставников для других учителей. Такое наставничество будет эффективней, если оно будет осуществляться не массово (чтением онлайн-курсов), а индивидуально с наиболее перспективными молодыми учителями, преподавателями центров дополнительного образования.

Таким образом, объектом учебно-организационной модели работы с математически одаренными школьниками являются неоднородные группы учащихся: проявляющие способности в области математики, имеющие высокую мотивацию (интерес) к занятиям математикой / потенциально одаренные учащиеся. Субъектами учебного процесса выступают педагоги, для которых занятия олимпиадной математикой профессионально и личностно-значимо: в известный круг лидеров (школьных учителей, специалистов системы дополнительного образования и вузовских преподавателей) включаются педагоги, «ведомые» наставниками, а также студенты-олимпиадники, имеющие опыт оценивания олимпиадных работ. Технологическим компонентом модели, обеспечивающим выявление, мотивацию и профориентацию одаренных школьников, выступают этапы ВсОШ, каждый из которых решает свою задачу: школьный и муниципальный – привлечение детей к занятиям математикой; муниципальный и региональный – выявление школьников, обладающих математическими способностями и их профориентация; региональный и заключительный – отбор одарённых школьников.

Предметно-математическое содержание модели

Эффективность работы учебно-организационной модели в значительной степени определяется её предметно-математическим содержанием, которое на каждом этапе реализации должно зависеть от возрастных психофизиологических и когнитивных особенностей возрастной группы, творческого потенциала участников, спортивно-конкурсных целей олимпиады. Качество заданий предполагает их научную корректность: четкость формулировок, строгость решений, а также эстетическую привлекательность.

Опишем стилистику и тематику олимпиадных задач для разных возрастных групп с позиций возрастной психофизиологии.

4-6 класс. Указанному возрасту свойственно наглядно-образное мышление, ребенку важно оперировать известными предметами и явлениями. Желателен игровой или ситуационно-описательный жанр заданий без перехода на формально-математический язык. Школьники успешно справляются с нахождением примеров, включающих небольшое число объектов, с построением логических конструкций, содержащих малое число логических шагов.

К таковым относятся задачи на взвешивания, числовые ребусы, задачи на истинные или ложные высказывания. А также задачи на построение конструкций, обладающих указанными свойствами (числовых, геометрических), включая задачи на разрезания. Возможно включение в задания тем «Чётность» и «Делимость» в случае, если *все* участники олимпиады изучали эти темы на факультативе. Для этой возрастной группы олимпиадные задания должны решать, в первую очередь, задачу мотивации (формирования интереса).

Приведём примеры задач школьного этапа (Агаханов, 2020), муниципального этапа (Агаханов, 2021), содержание которых отвечает поставленным требованиям.

Логическая задача: *«Петя, Вася и Коля играли в футбол. Один из них разбил мячом стекло. У них спросили: «Кто это сделал?» Петя сказал: «Вася», Вася сказал: «Коля», а Коля ответил: «Не я». Кто разбил стекло, если один из ребят сказал неправду, а двое – правду?» Решение. «Предположим, что Петя разбил стекло. Тогда Петя и Вася сказали неправду. Значит, этот случай невозможен. Предположим, что Коля разбил стекло. Тогда Петя и Коля сказали неправду. И этот случай невозможен. Предположим, что Вася разбил стекло. Тогда Петя и Коля сказали правду, а Вася – неправду. Значит, этот случай возможен. Таким образом, стекло разбил Вася».*

Числовая задача: *«Найдите все решения ребуса: ТУК + ТУК + ТУК + ТУК + ТУК = СТУК. Одинаковым буквам соответствуют одинаковые цифры, разным буквам – разные цифры».*

Решение. «Вычтем из обеих частей равенства число ТУК. Получим: ТУК + ТУК + ТУК + ТУК = С000. То есть 4·ТУК = С·1000. Разделив на 4, получаем: ТУК = С·250. Число ТУК – трехзначное, поэтому С< 4. Проверка показывает, что цифры С = 1 (тогда ТУК = 250) и С = 3 (тогда ТУК = 750) подходят, а цифра С = 2 не подходит (тогда ТУК = 500 имеет одинаковые цифры). Задача имеет два ответа: 250+250+250+250+250=1250 и 750+750+750+750+250=3750».

Отметим, что даже при соблюдении сформулированных требований по стилистике заданий, они могут решать задачу выявления логических способностей (эта и последующие задачи приведены по книге (Агаханов, 2019)):

«Малыш и Карлсон по очереди достают из мешка конфеты, начинает Карлсон. При этом каждый берёт на одну конфету больше или меньше, чем перед этим взял другой, не брать конфеты при своём ходе нельзя. Тот, после хода которого общее количество съеденных конфет делится на 10, проигрывает и покупает торт другому. Сможет ли сладкоежка Карлсон получить торт?» (С. 97-98)

Решение. «Если кто-то предыдущим ходом съел 1 конфету, то следующий своим ходом должен съесть 2 конфеты. Карлсон выигрывает таким образом: вначале он съедает 1 конфету, Малыш съедает 2 конфеты, и тогда Карлсон съедает 3 (!) конфеты. Теперь Малыш должен съесть 2 конфеты, а не 4 (1 + 2 + 3 + 4 = 10), и после этого Карлсон каждым своим ходом съедает 1 конфету. Он выигрывает, так как 1+2+3+2+1+2+1+2+1+2+1+2 = 20, а последний ход сделал Малыш». Заметим, что без неожиданного второго хода Карлсон проиграл бы, так как 1+2+1+2+1+2+1= 10.

7-8 класс. В этом возрасте развивается абстрактное мышление ребенка, он способен и должен оперировать отвлеченными понятиями и категориями, готов к осуществлению многоходовых логических конструкций, более того, такая неявная множественность ходов (сродни квесту) способна увлечь, побуждая к рассуждению и проверке. Привлекательны для подростков задачи, обладающие некоторым ореолом магизма – «цепляющие» внимание и вдохновляющие красотой (той красотой, о которой писали А. Пуанкаре и М.В. Ломоносов – отточенность и безупречность логических построений, возвышенная гармония найденных доказательств, ясность и «божественная» простота решений) (Шеврин, 1995).

По сравнению с 4-6 классом происходят изменения заданий, основанные на расширении понятийного аппарата в арифметике (отрицательные числа, дроби, модуль, признаки делимости, проценты); а также формирования алгебраического обобщения понятия числа (буквенные выражения, функции, графики) и понятия доказательства утверждений (первоначально в геометрии). Логическая структура заданий уступает место алгебраической в связи с приобретением учащимися новых знаний (тождественные преобразования, формулы сокращённого умножения), а также возрастает сложность заданий в связи с возможностью выполнения более сложных логических шагов (метод от противного, принцип Дирихле, и т.д.). Решения задач предполагают теперь сочетание нескольких логических шагов и требуют от участника пользования аппаратом математической деятельности:

«Числа от 1 до 2n разбили на две группы по n чисел и числа в группах перемножили. Может ли разность этих произведений равняться числу 555555?» (С. 156)

Решение. «Предположим, что найдётся такое n, что числа от 1 до 2n можно разбить требуемым образом. Разность двух произведений может равняться нечётному числу 555555 только в случае, если одно из произведений чётно, а другое – нечётно. Последнее возможно только если все входящие в него сомножители – нечётны. А среди чисел от 1 до 2n ровно n нечётных. Значит, все чётные числа вошли в первое произведение, а нечётные – во второе, так как произведение чётных чисел больше (2>1,4>3,…). Итак, выполняется равенство $2 \cdot 4 \cdot \ldots \cdot 2n - 1 \cdot 3 \cdot \ldots \cdot (2n-1) = 555555$*. Заметим, что 2n > 12, так как* $2 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 8 \cdot 10 \cdot 12 < 555555$*. Но тогда среди чётных множителей присутствуют множители 6 и 12, а среди нечётных – число 9. Значит, оба произведения, а, следовательно, и их разность, должны делиться на 9. Но число 555555 на 9 не делится. Значит, разность не может равняться числу 555555».* В решении используются делимость, метод от противного, чётность, сравнение чисел.

Усложнениям подвергаются комбинаторные задачи, решаемые с применением не только одной идеи.

«Каких семизначных чисел без нулей в записи больше: тех, у которых сумма цифр равна 15, или тех, у которых сумма цифр равна 48?» (С. 152)

Решение. «Обозначим группу чисел с суммой цифр, равной 15, через M, а с суммой цифр 48 – через N. Заметим, что 15 + 48 = 63 = $9 \cdot 7$*. Это означает, что каждому числу A из M, не имеющему в записи цифр 0 и 9, соответствует число B из N, получаемое из A заменой каждой цифры a на b =9–a. При этом разным числам из M соответствуют разные числа из N, и полученные числа не имеют в записи цифр 0 и 9. Итак, оба множества имеют одинаковое количество чисел без нулей и девяток.*

Осталось сравнить количества чисел в M и N, имеющих в своей записи девятки. Из того, что 15 = 9+1+1+1+1+1+1 следует, что в первом множестве таких чисел 7 – по количеству позиций в семизначном числе, на которых может стоять цифра 9. Но из равенства 48 =9+7+7+7+6+6+6 следует, что даже чисел с девяткой и цифрами 6 и 7 – больше, так как при фиксированном положении девятки количество вариантов расположения трёх шестёрок на оставшихся позициях равно 20. Значит, чисел с суммой цифр 48 больше».

9-11 класс. В этом возрасте происходит формирование абстрактно-аналитического мышления: исследование функций, единое восприятие разных разделов математики (например, применение тригонометрии, координатных методов при решении геометрических задач). Соответственно изменяется структура заданий: в них включаются неравенства, задачи, использующие свойства квадратного трёхчлена, тригонометрических функций, прогрессий, задачи на комбинации геометрических фигур. Конструктивно-логические рассуждения уступают место вычислительной комбинаторике. На более высоких этапах дополняемых использованием более сложных логических шагов: принцип крайнего, инварианты, решение задач тематики «оценка + пример».

Содержание заданий направлено теперь, в первую очередь, не на мотивирование учащегося к занятиям математикой, а на выявление среди группы мотивированных школьников тех, кто обладает математическими способностями, на раскрытие их потенциала.

Следующее задание демонстрирует единство математической культуры. Приведённая задача имеет как чисто алгебраическое решение, так и решение с применением геометрической интерпретации на координатной плоскости.

«Квадратный трёхчлен $f(x)$ таков, что каждое из уравнений $f(x) = x - 1$ и $f(x) = 2 - 2x$ имеет ровно одно решение. Докажите, что трёхчлен $f(x)$ не имеет корней» (С. 149).

Первое решение. «Пусть $f(x)= ax^2 + bx + c$. По условию дискриминанты трёхчленов $f_1(x) = f(x) - (x - 1)$ и $f_2(x) = f(x) - (2 - 2x)$ равны нулю: $D_1 = (b - 1)^2 - 4a(c + 1) = 0$ и $D_2 = (b + 2)^2 - 4a(c - 2) = 0$. Отсюда следует, что $0 = 2D_1 + D_2 = 3b^2 + 6 - 12ac$, то есть дискриминант $D = b^2 - 4ac$ трёхчлена $f(x)$ равен –2 – отрицателен». Заметим, что даже после нахождения двух дискриминантов, школьники, как правило, выполняют привычное для них действие: вычитают из одного другой. После чего возникают сложности в понимании того, как использовать полученное равенство $-6b - 3 + 4a = 0$.

Второе решение. «Графики $y = x - 1$ и $y = 2 - 2x$ – это прямые, являющиеся сторонами вертикальных углов с вершиной в точке $A(1; 0)$, лежащей на оси Ox. Из того, что уравнения $f(x) = x - 1$ и $f(x) = 2 - 2x$ имеют по одному корню, следует, что график $y = f(x)$ касается этих прямых, то есть сторон либо вертикального угла, расположенного выше оси Ox, либо ниже. Значит, он вписан в один из этих двух углов. В обоих случаях график $y = f(x)$ не пересекает ось Ox».

Творческий потенциал школьника выявляет следующая задача, имеющая красивое решение.

«Две команды играют в футбол до 10 голов (встреча прекращается, как только одна из команд забьёт 10 голов). В процессе игры ведётся протокол, в который вносится счёт после каждого изменения счёта, например, 0 : 0, 0 : 1, 0 : 2, 1 : 2, ..., 5 : 10. Сколько различных протоколов может получиться?» (С. 97)

Решение. «Продолжим итоговый протокол до счёта 10 : 10, считая, что далее голы забивала только проигравшая команда. Назовём такой протокол полным. Легко понять, что каждому итоговому протоколу соответствует единственный полный протокол (у них общая часть до первого появления 10). Тогда любой итоговый протокол получается из полного, если убрать мячи, забитые проигравшей командой после того, как команда победитель забила 10 голов. А количество полных протоколов равно $C_{20}^{10} = \frac{20\cdot19\cdot18\cdot...\cdot1}{10\cdot9\cdot8\cdot...\cdot1} = 184756$, так как это число способов выбрать 10 мячей, забитых первой командой из всех 20 мячей, забитых обеими командами в полном протоколе».

Новизна и доступность заданий

Ценность математических задач заключается в их эффективности в выявлении математических способностей, то есть способностей построения моделей и их логического изучения. Тем самым обязательным требованием, предъявляемым к заданиям олимпиад, является их **новизна** (здесь мы говорим не об абсолютной новизне заданий, а о незнакомстве участников соответствующего этапа олимпиады с предлагаемыми задачами). Объём знаний является при этом только инструментом для оформления найденного решения, но не помогает в поиске самого решения, то есть осуществления **открытия** (поиск решения сложной задачи математической олимпиады сродни научному исследованию).

Актуальным является и второе требование: задания, предлагаемые на олимпиаде, должны быть **доступны** всем участникам и не должны использовать материал, выходящий за рамки школьной программы (разумеется, это требование не относится к сложным заданиям заключительного этапа ВсОШ, участие в котором принимают лучшие школьники, ставшие победителями предыдущих этапов олимпиады – задания для них могут решаться в том числе с опорой на знания, приобретённые в профильных математических школах).

Сложность заданий должна определяться уровнем участников олимпиады. Подростковому возрасту свойственным является стремление к успеху, достижению признания, равно как снижению мотивации способствует полная неудача. В соответствии с этим определяется уровень сложности заданий олимпиады: большинство участников должны справиться с 1-2 самыми простыми заданиями, в то время как с самыми сложными – единицы.

Не менее важным мотивирующим фактором математических олимпиад является эстетическая привлекательность их заданий. **Красоту** задач могут оценивать не только профессиональные математики, но и сильные школьники. По окончании заключительного этапа ВсОШ по математике на протяжении многих лет проводится опрос участников по определению наиболее понравившейся им задачи. Как правило, таковой оказывается сложная задача, которая высоко оценивалась и жюри, а конъюнктурные соображения – голосование за задачу, которую участник смог решить, уходят на второй план. Красивым может оказаться и рассуждение, приводящее к решению задачи. Несмотря на сложность чёткого описания красоты применительно к математике, можно попытаться привести его. Красивыми считаются задачи (теоремы – «сложные задачи»), в которых сформулирован неожиданный факт, нередко носящий при этом достаточно общий характер, доказательство которого включает в себя не длинное рассуждение с большим числом выкладок или логических шагов, а достаточно короткое неожиданное – не встречавшееся ранее рассуждение.

Итак, проведенное исследование показывает, что предметно-математическое содержание олимпиад определяет эффективность работы с одаренными школьниками при соблюдении следующих условий:

- задания для каждой возрастной категории участников должны быть соотносимы с выполняемыми задачами по поиску, мотивации, отбору и профориентации:

задачи для учащихся 4-6 классов должны опираться на жизненный, либо читательский опыт ребенка, в условии оперировать понятными и известными объектами действительности, тем самым удивляющими и своей «нестандартностью» вовлекающими большую группу детей, кроме этого, доступными в решении 1-2 задач для большинства участников; олимпиада для этого возраста выполняет задачу привлечения к занятиям математикой, а именно – поиска и мотивации одаренных учащихся;

задачи для учащихся 7-8 классов должны опираться на сформированный понятийно-терминологический аппарат и элементы математической деятельности, свойственные базовым разделам математики, они должны обладать выраженной новизной (для участника) условия и решения; олимпиада для этого возраста, выполняя задачи поиска и мотивации, должна осуществлять отбор учащихся, способных к математическому творчеству;

задания для учащихся 9-11 классов должны включать задачи, требующие устойчивых навыков оперирования приобретёнными знаниями и умениями, и выявляющие способность к абстракции, к построению математической модели текстового задания; они должны обладать выраженной новизной (для участника) условия и решения; олимпиада для этого возраста, помимо отбора учащихся, способных к математическому творчеству, должна решать задачи их профориентации.

Выводы

Подводя итог, выделим главное. Решение поставленной государством задачи подготовки квалифицированных кадров для развития современных высокотехнологичных отраслей, требует дальнейших шагов по модернизации не только высшей школы, но также нашего школьного образования, включая систему дополнительного образования. Внимание должно быть уделено разработке и внедрению системы поиска и профессиональной ориентации большой группы учащихся, способных к обучению в сильных университетах, готовящих специалистов в области математики и информационных технологий.

Для достижения этих целей предлагается новая учебно-организационная модель.

В качестве ведущей *технологической составляющей* модели предлагаются зарекомендовавшие себя математические олимпиады, в первую очередь всероссийская олимпиада школьников по математике, в силу её массовости на начальных этапах и высокого научного уровня на заключительных.

В качестве *субъектов* модели – специалистов, реализующих функционирование модели – не только лучшие педагоги систем общего и дополнительного образования, но и студенты, становившиеся победителями олимпиад.

В качестве *объектов* модели – большая группа школьников, потенциально обладающих способностями в области математики и информатики.

Ключевым звеном, как в формировании мотивации школьников, так и в выявлении их творческого потенциала является *содержание олимпиадных заданий*. Они должны обладать новизной, доступностью для участников олимпиады, эстетической привлекательностью, как условий задач, так и их решений.

Список литературы

Агаханов Н. Х., Марчукова О. Г., Подлипский О. К. О современных тенденциях в подготовке школьников к математическим олимпиадам // Вопросы образования. 2021 № 4. С. 266–284.

Агаханов Н.Х., Подлипский О.К. Муниципальные олимпиады Московской области по математике. М.: МЦНМО, 2019.

Агаханов Н.Х., Подлипский О.К. Муниципальный этап XLVII Всероссийской олимпиады школьников по математике в Московской области // Математика в школе. 2021. № 3. С. 6-16.

Агаханов Н.Х., Подлипский О.К. О методах решения олимпиадных задач // Математика в школе. 2020. №.8 С. 11-24.

Агаханов Н.Х., Подлипский О.К. Школьный этап XLVI Всероссийской олимпиады школьников по математике в Московской области // Математика в школе. 2020. № 4. С. 24-31.

Богоявленская Д.Б., Шадриков В.Д., Бабаева Ю.Д., Брушлинский А.В. и др. Рабочая концепция одаренности. М., 2003 (2-е изд. расш. и перераб.). URL: https://lib.ipran.ru/paper/20480094 (дата обращения: 03.03.2022).

Васильев Н.Б., Егоров А.А. Задачи всесоюзных математических олимпиад. М.: Наука, 1988.

Гальперин Г.А., Толпыго А.К. Московские математические олимпиады. М.: Просвещение, 1986.

Генкин С.А., Итенберг И.В., Фомин Д.В. Ленинградские математические кружки. Киров, 1994.

Дураков Б.К., Кравцова О.В., Майер В.Р., Подуфалов Н.Д., Семенова Д.В. О содержании школьного математического образования и тестировании остаточных знаний по математике // Педагогика. 2022. №5. С. 57-69.

Колмогоров А.Н. Математика – наука и профессия. М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит, 1988.

Ладошкин М.В., Фоминова О.В. Особенности работы с одаренными детьми по математике в 7-8 классах основной школы // Учебный эксперимент в образовании. 2018. №3 (87). С. 44-50. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=35630359 (дата обращения: 15.03.2022)

Медников Л.Э., Шаповалов А.В. Мир математики в задачах. МЦМНО, 2017.

Пермякова М.Ю., Кириллова О.А. О некоторых особенностях подготовки, учащихся к олимпиадам по математике // Мир науки, культуры, образования. 2019. С.101-103.

Пермякова М.Ю., Перфильева А.В. Олимпиады по математике как одна из форм внеурочной деятельности в рамках реализации государственных стандартов // Мир науки. Педагогика и психология. 2020. Т.8. №1.

Сергеева Т.Ф., Мамий Д.К., Пронина Н.А. Сетевая проектная школа как модель организации проектной и исследовательской деятельности с математически одаренными учащимися // Научно-методический журнал «CONTINUUM. Математика.

Информатика. Образование». Елец. 2021. № 4 (24). С. 60-67. URL: https://continuum-journal.ru/media/docs/articles/2021/4/05.pdf (дата обращения: 16.04.2022).

Фомин Д.В., Кохась К.П. и др. Санкт-Петербургские математические олимпиады. 1961-1993. СПб.: Лань, 2007

Шадрин В.Ю. Математическая одаренность школьника как социально-педагогический феномен // Успехи современного естествознания. 2008. № 2. С. 84-85. URL: https://natural-sciences.ru/ru/article/view?id=9457 (дата обращения: 14.05.2022)

Шеврин Л.Н. Об эстетичности математики // Известия Уральского государственного университета. 1995. № 4. С. 25-45.

Agakhanov N.H., Marchukova O.G., Podlipskii O.K. (2021) O sovremennykh tendentsiyakh v podgotovke shkol'nikov k matematicheskim olimpiadam [On the Current Trends in Math Olympiad Training for School Students]. Voprosy obrazovaniya / Educational Studies Moscow, № 4, pp. 266-284. https://doi.org/10.17323/1814-9545-2021-4-266-284.

ABOUT THE MODEL OF WORK WITH MATHEMATICALLY GIFTED SHOOL STUDENTS

Agakhanov N. Kh.
Dr. Sci. (Physics - Mathematics),
associate professor
nazar_ag@mail.ru
Dolgoprudny

Moscow Institute of Physics and Technology

Marchukova O. G.
Dr. Sci. (Pedagogy),
associate professor
vera-nadegda@bk.ru
Tumen

Tumen State Institute for the Development of Regional Education

Abstract. In the context of the development of modern branches of science and production in our country, the training of highly qualified specialists in the field of information technology and mathematics becomes an urgent goal. It is necessary to improve the work on the search, professional orientation and training of young people with abilities in the field of mathematics, both in higher education and in the system of general education. The article highlights the current state of this work and reveals the need for its withdrawal beyond the framework of a general education school. The ways of development and modernization of the system of work with schoolchildren with mathematical abilities are proposed the role of the content of mathematical olympiads is considered not only in solving the issue of selecting gifted schoolchildren, but also in shaping the motivation of students to study mathematics and their initial career guidance. The need for changes is revealed: in the system of search and selection of students with abilities in the field of mathematics; as part of a group of teachers working with motivated and capable students; in the list of olympiads that solve the problem of identifying talented students; in formulating the goals of mathematical olympiads; in the development of the content of the olympiads adequately formulated goals. In order to implement these changes, new approaches to working with schoolchildren are proposed. An educational and organizational model for solving the problems of searching, motivating, selecting and vocational guidance for a wide group of students with abilities in the field of mathematics is described.

Keywords: mathematically gifted schoolchildren, mathematical abilities, mathematical olympiads, content of olympiad problems.

References

Agakhanov, N. H., Marchukova, O. G., Podlipskii, O. K. (2021). On the Current Trends in Math Olympiad Training for School Students. *Educational Studies Moscow*. 4, 266–284. https://doi.org/10.17323/1814-9545-2021-4-266-284. (In Russ).

Agakhanov, N. Kh., Podlipsky, O. K. (2019). *Municipal'nye olimpiady Moskovskoj oblasti po matematike*. Moscow: MTSNMO. (In Russ).

Agakhanov, N. Kh., Podlipsky, O.,K. (2021). Municipal stage of the XLVII All-Russian Olympiad for Schoolchildren in Mathematics in the Moscow Region. *Mathematics at School*, 3, 6-16. (In Russ., abstract in Eng.)

Agakhanov, N. Kh., Podlipsky, O. K. (2020). On methods for solving olympiad problems. *Mathematics at school*, 8, 11-24. (In Russ., abstract in Eng.)

Agakhanov, N. Kh., Podlipsky, O. K. (2020). School stage of the XLVI All-Russian Olympiad for Schoolchildren in Mathematics in the Moscow Region. *Mathematics at School*, 4, 24-31. (In Russ., abstract in Eng.)

Agakhanov, N. Kh., Marchukova, O. G., Podlipskii O. K. (2021). *O sovremennykh tendentsiyakh v podgotovke shkol'nikov k matematicheskim olimpiadam* [On the Current Trends in Math Olympiad Training for School Students]. Voprosy obrazovaniya / Educational Studies, 4, 266-284. https://doi.org/10.17323/1814-9545-2021-4-266-284. (In Russ).

Bogoyavlenskaya, D. B., Shadrikov, V. D., Babaeva ,Yu .D., Brushlinsky, A. V. etc. (2003). *Rabochaya koncepciya odarennosti* (2-e izd. rassh. i pererab.). Moscow. URL: https://lib.ipran.ru/paper/20480094. (In Russ).

Durakov, B. K., Kravtsova, O. V., Mayer, V. R., Podufalov, N. D., Semenova, D. V. (2022). On the content of school mathematical education and testing of residual knowledge in mathematics, *Pedagogy*, 5, 57-69. (In Russ., abstract in Eng.)

Fomin, D. V., Kokhas, K. P. et al. (2007). Sankt-Peterburgskie matematicheskie olimpiady. 1961-1993. Sankt- Petersburg: Lan. (In Russ).

Galperin, G. A., Tolpygo, A. K. (1986). *Moskovskie matematicheskie olimpiady*. Moscow: Education. (In Russ).

Genkin, S. A., Itenberg, I. V., Fomin, D. V. (1994). *Leningradskie matematicheskie kruzhki*. Kirov. (In Russ).

Kolmogorov, A. N. (1988). *Matematika – nauka i professiya*. Moscow: Science. (In Russ).

Ladoshkin, M. V., Fominova, O. V. (2018). Peculiarities of work with gifted children in mathematics in grades 7-8 of basic school. *Educational experiment in education*, 3(87), 44-50. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=35630359. (In Russ., abstract in Eng.)

Mednikov, L. E., Shapovalov, A. V. (2017). *Mir matematiki v zadachah*. Moscow: MTSNMO. (In Russ).

Permyakova, M. Yu., Kirillova, O. A. (2019). On some features of the preparation of students for olympiads in mathematics. *World of science, culture, education*, 101-103. (In Russ).

Permyakova, M. Yu., Perfilieva, A. V. (2020). Olympiads in mathematics as one of the forms of extracurricular activities in the framework of the implementation of state standards, *World of Science. Pedagogy and psychology*, 8(1). (In Russ., abstract in Eng.)

Sergeeva, T. F., Mamiy, D. K., Pronina, N. A. (2021). Network design school as a model for organizing design and research activities with mathematically gifted students. *CONTINUUM. Maths. Informatics. Education*, 4(24), 60-67. (In Russ., abstract in Eng.)

Shadrin, V. Yu. (2008). Mathematical giftedness of a schoolchild as a socio-pedagogical phenomenon. *Successes of modern natural science*, 2, 84-85. (In Russ., abstract in Eng.)

Shevrin, L. N. (1995). On the aesthetics of mathematics. *Proceedings of the Ural State University.* 4, 25-45. (In Russ., abstract in Eng.)

Vasiliev, N. B., Egorov, A. A. (1988). *Zadachi vsesoyuznyh matematicheskih olimpiad*. Moscow: Science. (In Russ).

DOI: 10.24888/2500-1957-2022-2-22-30

УДК 372.851

ОСМЫСЛЕНИЕ ЗАРУБЕЖНОГО ОПЫТА ПРЕПОДАВАНИЯ МАТЕМАТИКИ И ТОЧНЫХ НАУК

Безруков Алексей Иосифович
к.э.н., доцент
bezr_alex@mail.ru
г. Саратов
Саратовский государственный технический университет им. Гагарина Ю.А.

Малышева Лариса Вячеславовна
к.п.н.
Lv50@bk.ru
г. Саратов
Саратовский государственный технический университет им. Гагарина Ю.А.

Грахольская Людмила Владимировна
к.э.н
graholskayalv@yandex.ru
г. Саратов
Поволжский институт управления – филиал РАНХиГС

Аннотация. В эпоху цивилизации знаний роль и место образования в развитии общества требуют переосмысления. Цели, формы и методы обучения, сформировавшиеся в предыдущие эпохи, должны быть пересмотрены и адаптированы к требованиям текущей реальности. Российское образование имеет глубокие традиции и хорошо проработанные методы обучения. Однако, для дальнейшего развития, необходимо проанализировать методы и подходы, применяемые в других странах, перенять удачные решения и не тратить время на неэффективные инновации. Цель статьи – анализ методов обучения, применяемых при обучении математики и естественно-научных дисциплин и оценка возможности внедрения удачных методов в российскую практику. На основании опыта работы авторов с учащимися школ США проводится сравнение методов преподавания математики в школах США и России. Отмечается полезность практической направленности заданий, выполняемых учащимися, индивидуализация траекторий обучения, применения метода проектов для формирования гражданских позиций учащихся. В отличие от российской практики подчеркивается более низкая культура математических доказательств, слабая связанность изучаемых тем и не всегда обоснованное применение компьютерного тестирования. Подчеркивается, что главное преимущество российской математической школы – целостность получаемых знаний, нужно всесторонне использовать и развивать. Обсуждаются особенности организации обучения в американских и финских ВУЗах. Описывается опыт использования авторских учебных программ, позволяющий существенно повысить качество методических материалов и одновременно сократить совокупную трудоемкость их разработки. По результатам анализа, в статье сформулированы предложения о возможности внедрения вышеперечисленных инноваций для развития методологии преподавания математики и точных наук в России.

Ключевые слова: обучение математике, индивидуальная образовательная траектория, метод проектов, практическая направленность обучения, ограничения метода тестирования.

Благодарности: Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проект № 20-013-00783.

Авторы выражают благодарность анонимным рецензентам этой публикации за изучение и содержательные замечания.

Введение

Российская система преподавания математики имеет долгую и успешную историю (Саввина, 2019). Наглядным доказательством тому является плеяда российских математиков, ученых в области естественных наук и инженеров. Сформировалась эта система в предыдущие периоды истории, преимущественно в «эпоху фабричных труб» (Тоффлер,2004). Современное постиндустриальное общество предъявляет новые требования к образованию: «Постиндустриальное общество требует специалистов с высоким уровнем потенциала развития и саморазвития интеллектуальных способностей, духовно-нравственных, аналитических и профессионально-технологических качеств, умеющих самостоятельно оценивать ситуацию и оперативно принимать обоснованные решения в сложных экономических и производственных условиях» (Дворяткина, 2016, 63). Чтобы соответствовать этим требованиям, необходимо постоянно совершенствовать методики и организацию преподавания.

Рассмотрим основные вызовы нашей системе образования. Доля интеллектуального труда в современном обществе постоянно растет (Саввина, 2019), подготовка специалистов с высшим образованием становится массовой, поэтому ориентироваться только на самых талантливых учащихся уже нельзя. В связи с этим меняется цель образования: теперь это максимальное развитие способностей каждого обучающегося, адаптация его к активной жизни в современном обществе. Внедрение информационных технологий и интернет делает бессмысленным рассмотрение образования, как процесса передачи информации подрастающему поколению. Современный школьник сам способен найти информацию, если точно знает, чего ему нужно. Чтобы соответствовать этим вызовам, система образования должна впитывать весь полезный современный опыт и, при этом, не растерять собственный опыт и традиции.

Авторы имеют опыт работы с русскоязычными детьми, учащимися в иностранных учебных заведениях (США, Арабские Эмираты), изучали организацию учебного процесса в вузах Финляндии. Не претендуя на всеобъемлющий анализ и выводы, решили сравнить некоторые зарубежные подходы и методики образования, оценить возможность и целесообразность их применения в России.

Достоинства и недостатки математического образования за рубежом

Имея некоторый опыт изучения математики с детьми-билингвами (детьми из русскоязычных семей), которые живут и учатся в США, как в начальной, так и средней и старшей школе, авторы могут поделиться следующими наблюдениями.

В семье дети, как правило, общаются по-русски, поэтому достаточно хорошо знают бытовой русский язык. Нужно отметить, что знание «домашнего» русского и «школьного» русского языков сильно разнится, так как в школе применяются специальные термины, которые в бытовой речи практически не используются. Одной из целей занятий являлось повышение уровня владения родным языком, за счет его использования при обучении.

Некоторые педагогические приемы, используемые в американской школе, по мнению авторов, было бы полезно применить в России. Например, при изучении любой темы американская школа уделяет очень большое внимание прикладной направленности. Блок домашних заданий практически на 90% состоит из «бытовых» задач. Тем самым обучающиеся понимают, зачем учить дроби, вычислять площади фигур и т.д. В начальной школе до автоматизма доводят навыки устного счета как при сложении и вычитании, так и умножении, вплоть до двухзначных чисел. Из общекультурных приемов следует отметить серьезное изучение искусства коммуникации. Для этого в американских школах выделен специальный предмет. И это лишь некоторые примеры преимуществ, непосредственно касающиеся изучения математики.

К отрицательным моментам следует отнести низкую культуру доказательства математических утверждений. Формулировки теорем воспринимаются как правила или готовые формулы, в истинность которых нужно просто верить. Необходимость доказательства теоремы вызывает недоумение: «А зачем это нужно?», «Где это применяется в реальной жизни?», – вот первые вопросы, которые задают ученики при виде теорем и их доказательств. Наши аргументы в пользу выводов формул: «Только выводя множество утверждений из небольшого количества аксиом, можно увидеть целостное здание математики!», «Изучение принципов вывода развивает логическое, аналитическое и математическое мышление» и т.п. не принимаются. «Дайте формулу, а мы подставим значения» – девиз учеников американских школ. В результате, знания формируются как набор слабо связанных между собой правил, которые нужно запомнить для решения типовых задач.

Рассмотрим пример. Простейшая задача на движение, в которой нужно использовать формулу $S=V*t$. Допустим, ученик забыл саму формулу, но помнит, что нужно либо делить, либо умножать числа. Ассоциативно школьник начинает подбирать числа и действия, чтобы получился хороший ответ. На призыв, подумать, ученик не реагирует, автоматически подгоняя действия под «удобный» результат.

Любая школа в каждом штате имеет свою программу, но работая с учениками разных школ, можно сделать некоторые обобщения. При изучении математики наблюдается отсутствие преемственности тем: изучая новую тему, ученики практически не используют знания других, ранее изученных тем. Поэтому, пройдя тему «Дроби», уже через месяц учащийся с трудом вспоминает, как приводить дроби к общему знаменателю.

Обучение математики в школах зачастую дифференцировано, имеется разделения на уровни «1» и «2». Так, минимальный уровень «1» предназначен для учащихся, которым в дальнейшей практической деятельности математика будет не нужна. Уровень «2» с более сложной программой, ориентирован на учащихся, которые планируют учиться в колледжах. Переход с одного уровня на другой возможен только при переходе в следующий класс, при этом ученику предлагается онлайн программа подготовки к переходу. Как правило, материал подобной программы оформлен в виде уроков, где присутствует теоретическая часть, примеры решения, а в качестве контроля знаний предлагается пройти тест.

Еще одно наблюдение. В США школьное образование разделено на начальную, среднюю и старшую школу. В начальной школе (Primary school, 1-5 классы) домашние задания практически не задаются, успехи и неуспехи школьников не обсуждаются, но есть рейтинговая система, на которую, в основном, и ориентируются родители. Отметим, что в начальной школе ученик критике не подвергается, идет тактика «хваления при любых успехах». В средней школе (Middle school, 6-8 классы) добавляются задания, к примеру, при изучении математики задаются одно-два задания в неделю, тактика хваления продолжается, и к старшим классам подросток подспудно привыкает, что у него все хорошо. В старших классах (High school, 9-12 классы) тактика изменяется: требования усиливаются, увеличивается объем учебных материалов и количество заданий. Для многих учеников это становится проблемой: трудно быстро перестроиться и привыкнуть к изменившимся требованиям. Мотивация к учебе в старших классах подстегивается за счет перспективы попасть в престижный колледж: «Если буду хорошо учиться, попаду в хороший колледж, а затем и в университет. Получив хорошую специальность, я буду иметь интересную и высокооплачиваемую работу». С учениками проводится специальная работа по профориентации. На сновании успехов в учебе подсказывается, на какую профессию каждый может претендовать, строится индивидуальная образовательная траектория дальнейшего обучения.

В старших классах американских школ изучение физики, химии, биологии и других естественных наук часто объединяется в одну дисциплину «наука». Выраженная обзорность этой дисциплины приводит к тому, что большинство школьников воспринимают естественные науки, как совокупность фактов и не интересуются тем, как эти факты были получены и как они взаимосвязаны. Обучение ориентировано, скорее на то, как эти факты можно использовать. И тут прекрасно себя проявляет метод проектов. Например, школьнику предлагается оценить перспективы электрификации своего штата. Он должен выявить специфику штата, в котором он живет, экономические и демографические проблемы, а также перспективы развития штата. На основании этих данных учащийся формулирует требования и ограничения проблемы электрификации, знакомится с возможными альтернативами её решения, сравнивает их. Такой подход готовит будущего гражданина к участию в широком обсуждении проблем развития муниципалитета, штата и страны, к формированию своего осознанного мнения по этим проблемам.

Применение метода проектов в обучении повышает мотивацию получения новых знаний, развивает когнитивные способности, формирует личностные качества и гражданскую позицию учащихся (Дворяткина, 2017). В публикации А.В. Гиглавого (Гиглавый, 2021) описан опыт применения метода проектов в российской школе. Упор делается на развитие у обучающихся навыков разработки больших проектов и работы в проектной команде. Творческое объединение этих целей позволит формировать из учащихся не только специалистов, но и граждан. Пример такого объединения – организация публичной зашиты проекта, при которой члены команды отстаивают своё видение проблемы, возможные пути её решения и предлагаемые методы реализации, а остальные учащиеся представляют интересы сообщества, которого касается решение рассматриваемой проблемы.

Сведем в таблицу отмеченные достоинства и недостатки.

Таблица 1.

Достоинства и недостатки системы образования США

Достоинства	Недостатки
Практическая направленность. Каждая тема заканчивается выполнением заданий, имеющих явно выраженную практическую значимость. **Умение работать с реальными данными**. Например, ответы математических задач не обязательно целочисленные; задания по статистике включают поиск данных в сети интернет и т.д. **Метод проектов в обучении.** Успешно учиться может только мотивированный ученик. Одним из эффективных путей мотивации является работа над своим проектом. **Индивидуальные образовательные траектории**. Обществу нужен каждый человек. Цель обучения – развить индивидуальные способности каждого обучающегося, максимально подготовить его к жизни в современном обществе. Результаты обучения каждого старшеклассника или студента периодически систематизируются и анализируются. По результатам анализа ученику даются рекомендации по профориентации и дальнейшей траектории обучения.	**Слабая связь между темами**. Заканчивая изучение одной темы, приступаем к другой, как бы, с нуля, редко используем знания, полученные ранее. Знания быстро «выветриваются», цельная картина науки не складывается. **Отсутствие культуры доказательства**. Задача считается решенной, если предоставлен правильный ответ. На вопросы «Почему это так», «При каких предположениях справедливо данное суждение» и т.д., ученик зачастую затрудняется ответить. **Преувеличенная роль тестирования**. Тестирование – удобный инструмент контроля знаний, но не всякая задача может быть преобразована в тестовое задание. **Набор знаний ориентирован на практическое применение, но не на развитие.** В объемном учебнике по математике для колледжей (Sullivan, 2019) большая часть материалов посвящена квадратичным формам. А известные каждому российскому школьнику понятия «дискриминант» и формула вычисления корней квадратного уравнения приводятся вскользь. Ещё хуже обстоит дело при изучении геометрии.

Обобщая существующую практику преподавания математики, финский автор Джордж Малати пишет: «… Проблема состоит в том, что в школе больше не пытаются преподавать математику как структуру, в рамках которой школьник может решать серьезные задачи: детей вместо этого учат алгоритмам и правилам и вырабатывают у них механические навыки» (Малати, 1998).

Возможности и недостатки внедрения информационных технологий в учебный процесс

Необдуманно широкое использование тестирования подвергается обоснованной критике, особенно при контроле знаний в гуманитарных науках. Однако, аналогичные проблемы существуют и в математике. Не всякую, даже интересную математическую задачу, можно переделать в тестовое задание.

Рассмотрим пример, взятый из американского сборника конкурсных тестов Кенгуру.

В пятиугольнике ABCDE все стороны равны, а углы BCD и CDE равны 90^0 (см рис. 1). Чему равен угол BAC? Предлагается 5 вариантов ответа: 15^0; 12^0; 30^0; 20^0 и «другое значение».

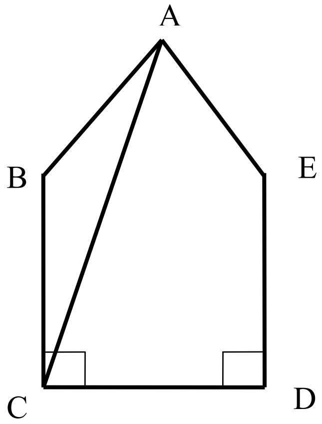

Рис. 1. Чертеж к геометрической задаче из сборника конкурсных тестов Кенгуру

В традиции российской школы задача решается в следующей последовательности:

1. Доказывается, что фигура BCDE – квадрат, а ABE – равносторонний треугольник.

2. Находятся углы: BAE=60^0 и CBA=90^0+60^0=150^0.

3. Так как треугольник BAC равнобедренный, углы BCA и BAC равны. Сумма внутренних углов в треугольнике BAC равна 180^0, следовательно, искомый угол BAC=15^0.

Решая эту задачу, мы вспомнили несколько свойств четырехугольника и треугольника, а также продемонстрировали навыки логического мышления. От американского школьника требуется просто угадать ответ. Если он выберет совершенно не думая, то попадет с вероятностью 20%. Но если посмотреть на рисунок, то сразу же можно отбросить варианты 30^0 и «другое значение», то есть угадать с вероятностью 33%. Очевидно, такую задачу не стоит превращать в тестовое задание с выбором одного правильного решения из списка предложенных вариантов.

Исследования показывают, что для получения достоверной оценки уровня подготовки обучающихся с помощью тестов следует использовать результаты теории педагогических измерений (IRT), которая позволяет для заданного уровня трудности задания и уровня подготовки учащегося оценить вероятность выполнения этого задания (Partchev, 2004; Wu, 2020). Используя положения и выводы этой теории, можно построить тесты, обеспечивающие максимальную достоверность оценки уровня подготовленности при заданных ограничениях на объем теста и затрат времени на проведенияе тестирования (Гусятников, 2021).

Далеко не все подсмотренные за рубежом инновации можно и целесообразно внедрять в России. Например, практикующийся в США отказ от привычных нам классов и студенческих групп (ученик изучает разные дисциплины в разных коллективах) плохо соответствуют нашим традициям и целям образования. Необходимо продумать свою методологию, разумно сочетающую индивидуальные траектории обучения и приобретение опыта работы в коллективе.

Интересным примером такого решения является участие студентов в коллективном проекте. Студенты, быть может, разных специальностей, совместно разрабатывают проект. Например, в Университете политехнических наук Савония (г. Куопио, Финляндия) группа студентов разрабатывала проект: «Дом инвалидов». Разработчики, у которых нет физических ограничений, просто не видят проблем в своих решениях. Например, плохо видящий человек не сможет прочитать указатели и найти нужный ему кабинет; турникет, лестница или узкая дверь являются непреодолимым препятствием для инвалидов-колясочников. Чтобы решить эту проблему, группа студентов создала компьютерную модель и предложила «поиграть» с этой моделью людям с различными ограничениями. По их замечаниям модель исправили и на её основе создали проект «Дворца для людей с ограниченными возможностями». В работе участвовали студенты нескольких специальностей: медики и социальные работники формировали требования к функциональности; строители рассчитывали конструкции и готовили проектную документацию, программисты разрабатывали компьютерную модель, финансисты, юристы и экономисты решали проблемы финансирования и юридического оформления проекта. Работа студентов получила одобрение правительства Финляндии.

Отличия целей и организации высшего образования в России и на Западе

Обучение в вузе в США – сугубо коммерческая деятельность. Финансовое положение университета зависит от того, сколько денег он получит за обучение, а привлекательность – от успешности его выпускников. Поэтому каждый университет стремиться привлечь наиболее способных студентов, которые по окончании ВУЗа займут престижные и высоко оплачиваемые вакансии. Рекламируя свои услуги, ВУЗ публикует перечни специальностей, по которым могут работать его выпускники и существующую потребность в таких специалистах.

Каждый студент сам выбирает, что и в каком темпе он будет изучать, руководствуясь своими целями, доступным временем и денежными средствами. Однако, выбранные им курсы связаны между собой и с другими курсами множеством логических связей. Например, нельзя изучать методы математического моделирования, не зная дифференциального исчисления. Сформировать полноценный индивидуальный учебный план студенту помогает эдвайзер (от английского edvisor советник). Вместе со студентом он строит сетевой график, учитывая цели и возможности студента, трудоемкость каждой дисциплины и логические связи между ними, а также перечень дисциплин, которые необходимо изучить для получения диплома.

Студент вправе выбирать лектора для изучения каждой дисциплины. А лекторы, к которым хотят записаться слишком много студентов, вправе отбирать претендентов. При этом если лектор считает, что студент не справляется с его предметом, например, опаздывает с выполнением заданий, то может отчислить его со своего курса. Изучив курс у хорошего лектора, студент повышает свой шанс сдать профессиональные экзамены (например, FE-экзамен по основам инженерии и PE-экзамен на получение лицензии профессионального инженера) и получить возможность работать по специальности.

В российской практике, рабочие программы должен составлять каждый преподаватель. При этом требования образовательного стандарта и локальных нормативов делают этот документ малопригодным для применения в учебном процессе. Например, требования ссылаться только на учебники по математическим дисциплинам, изданные не позднее, чем за 10 лет. Какое же революционное открытие было совершено в области теории вероятностей за последние 10 лет, что использование старых учебников стало бессмысленным?

Интересный опыт разработки рабочих программ имеется в Финляндии. Начиная новый курс, преподаватель выбирает одну из авторских программ, разработанных его предшественниками. Только «обкатав» свой курс и поняв, что старая программа его уже не устраивает, он может разработать свою авторскую программу. Рассмотрим преимущества такого подхода. Преподаватели получают возможность выбрать программу, которую они считают лучшей, что порождает конкуренцию авторских программ. За счет конкуренции уровень проработанности каждой программы значительно повышается. Авторы популярных программ востребованы ВУЗами, следовательно, претендуют на наиболее престижные должности. Выбирая готовую апробированную программу, остальные преподаватели экономят время и силы на разработку собственной программы, при этом качество преподавания повышается. Внедрение подобного опыта в российскую систему образования, по мнению авторов, повысит качество учебно-методических материалов и освободит преподавателей от рутинной оформительской работы.

Заключение

Несмотря на различия традиций, условий и целей, образовательный процесс в разных странах имеет много общего. Изучение и осмысление зарубежного опыта не только позволят перенять удачные инновации, но и переосмыслить проблемы и опыт, накопленный в нашей стране. Сформулируем основные выводы из проведенного анализа.

Образование должно быть организовано так, чтобы каждый учащийся хотел учиться.

Вне зависимости от исходных способностей, каждый ученик должен получать радость от обучения. Различие успехов по разным предметам должно использоваться для построения индивидуальной траектории обучения.

Ученик должен видеть практическую пользу от полученных знаний, не когда-то в будущем, а здесь и сейчас. Практические задания должны быть интересными, полезность их решения для него не должна вызывать сомнения.

По мере взросления ученика должны включаться механизмы планирования будущего и здоровая конкуренция. Подростки должны осознавать ответственность за свою судьбу, свою роль в ее формировании.

Для повышения мотивации, получения навыков коммуникации и управления собственной деятельностью необходимо использовать метод проектов, при котором, ученики совместно работают над своим проектом, а полученные знания сразу используются в этой работе. Обсуждение других проектов формирует у учащихся привычку формировать и обосновывать свое мнение о рассматриваемых проблемах и предлагаемых решениях, слышать и понимать мнения других, корректно вести дискуссию.

Основное преимущество российской математической школы – целостность полученных знаний. Математика рассматривается как единое целое, математические утверждения являются или аксиомами или доказываются.

Умение доказывать утверждения, выводить новое утверждение из известных, существенно повышает готовность приобретенных знаний к практическому использованию, снижает риск неадекватного использования знаний.

Культура доказательства нужна не только будущим математикам. Умение аргументировано вести дискуссию, отстаивать свое мнение не эмоционально, а с помощью логических построений, умение слышать и понимать аргументы оппонентов, является важной составляющей культуры общения.

Целью внедрения информационных технологий в учебный процесс всегда должно быть повышение качества этого процесса. Компьютерное тестирование является удобным и объективным методом оперативного контроля знаний. Но неадекватное применение тестирования дает искаженную картину знаний, приучает учащихся угадывать правильный ответ, не заботясь об обосновании своего вывода. Применяемые методики компьютерного тестирования должны базироваться на строгой научной основе.

Доступность информации требует пересмотра преподавания многих тем. Преподаватель должен снабдить учащихся знаниями, которые позволят ему: понять, какая информация нужна для решения поставленной проблемы; самостоятельно найти эту информацию; оценить её достоверность, актуальность и адекватность; применить к решению проблемы и правильно интерпретировать результат.

Список литературы

Гиглавый А.В. Потенциал проектно-исследовательской деятельности учащихся в условиях развития цифровой образовательной среды // Continuum. Математика. Информатика. Образование. 2021. №3. С. 74-78.

Гусятников В.Н., Соколова Т.Н., Каюкова И.В., Безруков А.И. Модернизация процедуры оценки компетенций с использованием интеллектуальных систем // Фундаментальные проблемы обучения математике, информатике и информатизации образования. Сборник тезисов докладов Международной научной конференции. Елец, 2021. С. 73-75.

Дворяткина С.Н. Активные методы обучения математике: положительные и отрицательные синергетические эффекты // Continuum. Математика. Информатика. Образование. 2017. №4. С. 47-54.

Дворяткина С.Н., Лопухин А.М. Этапы становления синергии математического образования в контексте мирового и отечественного опыта // Continuum. Математика. Информатика. Образование. 2016. № 2. С. 64-69.

Малати Дж Математическое образование на Востоке и на Западе: единство, различия, проблемы . George Malaty. University of Eastern Finland. 1998.

Саввина О.А. Очерки по истории методики обучения математике (до 1917 года): монография. М.: ИНФРА-М, 2019. 189 с.

Тоффлер Э. Третья волна. М.: ООО "Фирма "Издательство АСТ", 2004. 261 с.

Partchev I. A visual guide to item response theory. Jena: Friedrich Schiller Universitat, 2004. 61 p.

Sullivan M. Precalculus: concepts through functions, a unit circle approach to trigonometry, 4th Edition., Chicago State University, 2019.

Wu M., Davis R., Domingue B., Piech C., Goodman N. Variational Item Response Theory: Fast, Accurate, and Expressive. International Educational Data Mining Society. 2020. P. 257-268.

UNDERSTANDING FOREIGN EXPERIENCE IN TEACHING MATHEMATICS AND EXACT SCIENCES

Bezrukov A. I.
PhD (Economics), associate professor
bezr_alex@mail.ru
Saratov
Yuri Gagarin State Technical University of Saratov

Malysheva L. V.
PhD (pedagogical), associate professor
Lv50@bk.ru
Saratov
Yuri Gagarin State Technical University of Saratov

Graholskaya L. V.
PhD (Economics), associate professor
graholskayalv@yandex.ru
Saratov
Povolzhsky Institute of Management named after P.A. Stolypin

Abstract. In the era of civilization of knowledge, the role and place of education in the development of society requires rethinking. The goals, forms and methods of teaching that were formed in previous eras must be reviewed and adapted to the requirements of the current reality. Russian education has deep traditions and well-developed teaching methods. However, for further development, it is necessary to analyze the methods and approaches used abroad, adopt successful solutions and not waste time on inefficient innovations. The purpose of the article is to analyze the teaching methods used abroad in teaching mathematics and natural sciences and to assess the possibility of introducing successful methods into Russian practice. Based on the authors' experience of working with students in US schools, a comparison is made of the methods of teaching mathematics in US and Russian schools. The usefulness of the practical orientation of the tasks performed by students, the individualization of learning trajectories, the use of the project method for the formation of students' civic positions are noted. In contrast to Russian practice, there is a lower culture of mathematical proofs, a weak connection between the topics studied and the not always justified use of computer testing. It is emphasized that the main advantage of the Russian mathematical school is the integrity of the acquired knowledge, this advantage must be fully used and developed. The features of the organization of education in American and Finnish universities are discussed. An interesting experience of using author's programs is described, which makes it possible to significantly improve the quality of methodological materials and at the same time reduce the total labor intensity of their development. Proposals are formulated on the use of foreign experience for the development of methodology for teaching mathematics and exact sciences in Russia.

Keywords: teaching mathematics, individual educational trajectory, project method, practical orientation of teaching, limitations of the testing method.

References

Dvoryatkina, S. N. (2017), Active methods of training in mathematics: positive and negative synergetic effects. *Continuum. Maths. Informatics. Education, (4), 47-54* (In Russ., abstract in Eng.)

Dvoryatkina, S. N., Lopukhin, A. M. (2016) Stages of formation of the synergy mathematical education in the context of international. *Continuum. Maths. Informatics. Education,* (2), 64-69. (In Russ., abstract in Eng.)

Giglavy, A. V. On conditions for research activity in school-based digital learning environment. *Continuum. Maths. Informatics. Education,* 2021(3), 74-78. (In Russ., abstract in Eng.)

Gusyatnikov, V. N., Sokolova, T. N, Kayukova, I. V., Bezrukov, A. I. (2021). Modernization of the procedure for assessment of competencies using intelligent systems [*Fundamental problems of teaching mathematics, informatics and informatization of education*] Yelets, 01–03 October 2021, 73-75.

Malaty, G. (1998). Eastern and Western Mathematical Education: Unity, Diversity, and Problems. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology,* 29(3).

Partchev, I. (2004). A visual guide to item response theory. *Jena: Friedrich Schiller Universitat.*

Savvina, O. A. (2019). *Essays on the history of the methodology of teaching mathematics (before 1917).* Moscow: INFRA-M. (In Russ).

Sullivan, M. (2019). *Precalculus: concepts through functions, a unit circle approach to trigonometry, 4th Edition.* Chicago State University.

Toffler, A. (1980). *The Third Wave: The Classic Study of Tomorrow.* New York: Bantam Books/

Wu, M., Davis, R., Domingue, B., Piech, C., Goodman, N. (2020). Variational Item Response Theory: Fast, Accurate, and Expressive. *International Educational Data Mining Society.* 257-268.

DOI: 10.24888/2500-1957-2022-2-31-41

УДК 372.851

ПРОБЛЕМА СИСТЕМАТИЧЕСКИХ ОШИБОК В ОСВОЕНИИ ТЕМЫ «ПЛОЩАДЬ» ПО РЕЗУЛЬТАТАМ МОНИТОРИНГА НА ПЛАТФОРМЕ «УЧИ.РУ»

Москаленко Ольга Борисовна
методист
Olga.b.moskalenko@yandex.ru
г. Москва

Образовательная платформа «Учи.ру»

Аннотация. В начальной школе учащиеся знакомятся с рядом величин, одной из которых является площадь. В рамках этой темы изучаются способы сравнения и измерения площадей фигур, понятие квадратного сантиметра и другие единицы измерения площади, а также правило нахождения площади прямоугольника по известным длинам его сторон. В 2021-2022 учебном году задачи на тему «Площадь» были предложены ученикам 4 и 6 классов в рамках мониторинга на платформе «Учи.ру». Каждую из этих задач решали более 30 тысяч учащихся. Анализ результатов мониторинга, полученных на столь большой выборке, позволяет, во-первых, отличить систематические ошибки учащихся от случайных, а во-вторых, рассматривать в качестве основного фактора влияния методику изложения темы «Площадь» в учебниках для начальной школы. Это ставит проблему о выявлении тех дефектов методики обучения, которые привели к совершению учащимися систематических ошибок в задачах мониторинга. Цель данной работы состоит в том, чтобы выяснить, представлены ли в учебниках для начальной школы все составляющие, необходимые для успешного решения задач мониторинга, и если представлены, то в какой мере. В статье рассматриваются три УМК из Федерального перечня. В результате для каждого из них обоснована необходимость применения учителем дополнительных упражнений к тем, что представлены в учебнике, а также предложены источники, в которых содержатся недостающие упражнения. Кроме того, отмечена проблема недостатка часов на освоение этой темы и предложены изменения в планировании, которые позволили бы включить дополнительные задания для освоения темы «Площадь».

Ключевые слова: площадь фигуры, измерение площади, площадь прямоугольника, сравнение площадей, освоение способа действий, методика.

Благодарности: автор выражает благодарность профессору, д.ф.-м.н. Алексею Владиславовичу Боровских за консультации и ценные замечания при подготовке статьи, а также компании «Учи.ру» и лично Дарье Вячеславовне Островской и Марии Владимировне Ярошевич за содействие в получении и обработке данных мониторинга.

Введение

В школьном курсе математики ученики знакомятся с понятием площади в конце второго или в третьем классе в зависимости от программы. В дальнейшем, еще до начала курса геометрии, к теме «Площади» возвращаются по мере усложнения изучаемых арифметических операций и овладения действиями с буквенными выражениями. Вводятся различные единицы измерения площади, формулы для вычисления площадей прямоугольника и квадрата, способы нахождения площади треугольника.

Методике изучения темы «Площадь» в начальной школе посвящено множество работ. В них можно найти как описание, так и анализ и существующих, и новых методик, а также содержания учебников. К сожалению, в большинстве этих работ авторы ориентируются не на реальные результаты освоения учащимися темы «Площадь», а на требования, перечисленные в стандартах (например, достижение предметных и метапредметных навыков, указанных в ФГОС НОО).

Однако, есть работы, в которых авторы соотносят предлагаемую методику с результатами учащихся. В частности, А.Д. Вещева и Н.С. Александрова (Вещева, 2021) приводят результаты эксперимента по применению материала «Магнитная математика» для решения задач по теме «Площадь» в 3 классе. В работе показано, что дети, которые работали с этим материалом, продемонстрировали более высокий уровень освоения умения находить площадь фигуры методом разбиения на равные мерки по сравнению с учащимися из контрольной группы.

Т.В. Захарова и Н.В. Басалаева (Захарова, 2019) приводят результаты эксперимента по внедрению системы разноуровневых заданий при изучении темы «площадь». В эксперименте приняли участие 124 ученика начальной школы. Значительный прогресс в освоении понятия «площадь» был зафиксирован у группы учеников, которые обучались с применением этой системы задач. Сами задачи или ссылки на них авторы в статье не приводят.

Не умаляя значения перечисленных экспериментальных результатов, отметим, что полученные данные не позволяют сделать вывод о том, какие пробелы остаются у младших школьников после изучения понятия «площадь», и почему они возникают. Такое понимание позволило бы учителю выбирать методику для того, чтобы ликвидировать эти пробелы.

В нашей работе использованы данные тестирования, проводимого на платформе «Учи.ру». Возможность получить данные не о десятках, а о десятках тысяч школьников позволяет зафиксировать не только статистику правильных или неправильных ответов, но обнаружить неправильные ответы, которые являются систематическими. Это ставит проблему выявления причин этих систематических ошибок: имея возможность отличить систематические неправильные ответы от случайных, мы можем реконструировать причины этих ошибок, порожденные дефектами методики обучения. Тем самым удается получить результаты, ранее не выявлявшиеся ввиду малости выборки.

В частности, оказалось, что задачу о площади сложной фигуры решили 41% учащихся 4 класса и 27% учащихся 6 класса. Чем обусловлен такой низкий процент верных ответов? Какие пробелы остаются у учащихся после изучения темы «Площадь» и являются причинами выявленных типичных ошибок? Эти вопросы составляют проблему исследования, описанного в данной статье.

Методология исследования

Диагностика проходила в рамках мониторинга знаний по математике на платформе Учи.ру (URL: http://www.uchi.ru/) в 2021–2022 учебном году. Мониторинг проходил в формате компьютерного тестирования, рассчитанного на 20 минут. Тест содержал от 11 до 13 задач в зависимости от класса. В одной из задач для 4-го класса ученикам нужно было найти площадь фигуры, изображенной на рис. 1. Варианты ответов для этой задачи предложены не были, получившееся значение нужно было вписать самостоятельно.

Апробация заданий мониторинга проходила в формате видеосвязи: ученики видели задания на экране и озвучивали по нашей просьбе ход решения каждой задачи. Практически все ученики 4 класса, которые справлялись с задачей о площади сложной фигуры, ожидаемо выбирали один из двух способов решения. Первый заключался в том, чтобы найти искомую площадь как сумму площадей трех прямоугольников, составляющих исходную фигуру (рис. 2). Для второго способа сначала требовалось достроить данную фигуру до прямоугольника, затем найти площадь этого «большого» прямоугольника и вычесть из неё «лишнюю» площадь (рис. 3).

В ходе мониторинга этот вариант задачи решали более 30 000 четвероклассников. Несколько самых популярных ответов указаны на диаграмме (рис. 4).

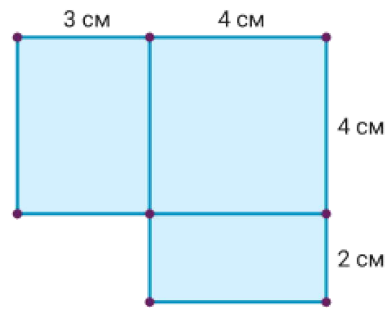

Рис. 1. Задача из мониторинга для 4 класса

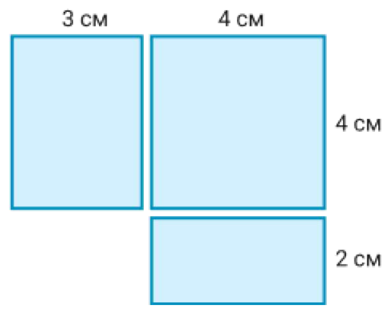

Рис. 2. Нахождение площади искомой фигуры как суммы площадей трех прямоугольников

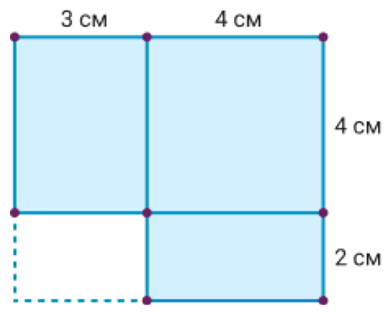

Рис. 3. Нахождение площади искомой фигуры как разности площадей двух прямоугольников

Рассмотрим каждый из них.

1. Ответ «36» верный, его дали около 41% учеников.
2. Ответ «13» – это самый популярный неправильный ответ (его дали 8% участников).
3. Следующий сектор по часовой стрелке соответствует 7,5% учеников, которые не вписали никакого ответа.
4. Ответ «42» дали 7,1% участников.
5. Ответ «26» встречался в 4,2% случаев.
6. Ответ «96» получился у 3,5% учеников.
7. Остальные ответы носили более случайный характер.

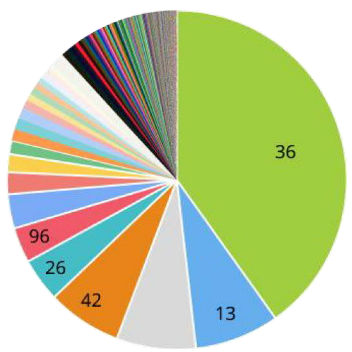

Рис. 4. Ответы учащихся 4 класса

Возникает вопрос: достаточно массовый (ведь даже 3-4% от 30 тысяч – это около тысячи человек) неверный ответ означает наличие системного дефекта в образовании. Его нельзя оправдать ни тем, что кто-то у кого-то списал, ни тем, что кто-то кому-то подсказал. С другой стороны, вряд ли представленные ответы для такой элементарной, с точки зрения взрослого, задачи можно найти в Интернете: там бывает искаженная информация, но очевидный для всех абсурд там «не выживает». Поэтому можно сделать вполне обоснованный вывод, что перед нами – собственные ответы учащихся, которые дали их, исходя из их собственных представлений о площади и решении геометрических задач.

Теперь нужно понять, исходя из каких соображений можно получить эти ответы. Варианты получения верного ответа уже перечислены выше, отсутствие ответа мы анализировать не будем, а вот реконструкция систематических неверных ответов дает достаточно интересные результаты.

Ответ «13». Такое число на самом деле получается, если сложить все числа, указанные на рисунке к задаче.

Ответ «42». Это значение соответствует площади «большого» прямоугольника (рис. 3).

Ответ «26». Такой ответ получится, если вычислить периметр предложенной фигуры.

Ответ «96». Это – произведение всех чисел, указанных на рисунке к задаче.

В аналогичном, но чуть более сложном тесте для 6-го класса нужно было найти площадь фигуры, показанной на рис. 5.

Несколько самых часто встречающихся ответов для этой задачи представлены на рис. 6. Диаграмма построена на основе ответов более 30 000 учеников. Рассмотрим каждый из ответов.

1. Ответ «27» верный, его дали 24% учеников.
2. Ответ «80» дан в 14% случаев. Такой ответ получается, если перемножить все числа, указанные на рисунке.
3. 13% учеников не дали никакого ответа.

4. Ответ «14» получился у 7,5% учеников. Такое значение соответствует сумме всех чисел на рисунке.

5. Ответ «35» дан в 4% случаев. Это значение площади «большого» прямоугольника, включающего в себя исходную фигуру.

6. Ответ «28» дали 3,9% учеников, он соответствует периметру предложенной фигуры.

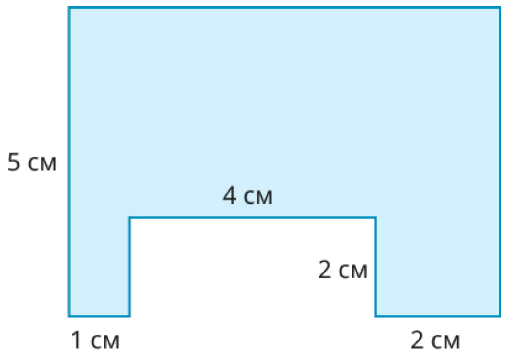

Рис. 5. Задача из мониторинга для 6 класса

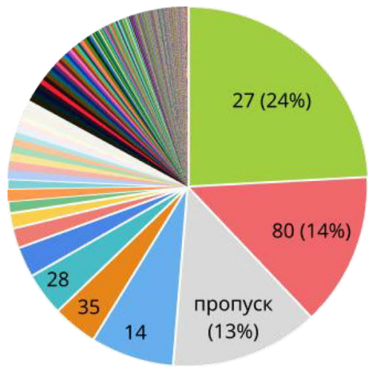

Рис. 6. Ответы учащихся 6 класса

Результаты анализа показывают, что самые частые неверные решения можно отнести к одному из трех типов:

– попытка выполнить одну из известных арифметических операций (сложение или умножение) со всеми числами, указанными на рисунке к задаче;
– нахождение периметра данной фигуры вместо площади;
– нахождение площади более простой фигуры.

Для решений 2 и 3 типа дети составляют арифметические операции, опираясь на чертеж к задаче. Они не просто выбирают некоторое действие с числами, а находят периметр или площадь фигуры, изображенной на рисунке, хоть это и не то, о чем спрашивается. Причем, если нахождение площади более простой фигуры – это упрощение задачи, то нахождение периметра заданной фигуры – это задача, сравнимая по трудности с исходной (как оказалось в результате опроса учителей, дети часто не осваивают различение периметра и площади, и просто путают эти два понятия, в нашем случае предпочитая периметр как более простую арифметическую операцию: сложение проще умножения).

К первому же типу относятся решения, в ходе которых не прослеживается связь арифметического действия и данного чертежа. И в 4-м, и в 6-м классе самыми частыми неправильными ответами были те, которые получаются именно таким способом.

Являются ли обнаруженные дефекты следствием «нерадивости» учащихся или они оказываются закономерным следствием методических ошибок при составлении учебников и программ? Опять же, достаточно большая статистика (тысячи человек) и устойчивость результата позволяет в качестве основной гипотезы считать вторую.

Опираясь на эту гипотезу, мы проанализировали, как изложена эта тема в учебниках для начальных классов из Федерального перечня и какие лакуны в них (или в соответствующих методиках) обеспечивают появление соответствующих ошибок.

Следует обратить внимание на то, что представленные задачи являются достаточно специализированными: в общей схеме решения задачи (чтение условия, выделение математических данных, составление схемы отношений между этими данными, формулировка по схеме математической задачи, ее решение, интерпретация результата на схеме и формулировка ответа, (Боровских, 2022) учащимся фактически остается только движение между схемой, представленной в виде чертежа и математической задачей. И данные, и отношения между ними уже представлены на чертеже, а выполнение арифметических операций не составляет труда.

Таким образом, единственная операция, которую должен совершить ученик – это по чертежу написать арифметическое выражение. Что же является необходимым для того, чтобы сделать это? Здесь имеется три составляющих:

а) владение понятием площади как величины (то есть то, что может быть больше или меньше, может сравниваться), характеризующей плоскую фигуру и не меняющейся при разрезании и перескладывании частей в другую фигуру;

б) понимание способа измерения площади фигуры как покрытие ее эталонными фигурами;

в) понимание отношения между длинами и площадями (на основании использования опять же эталонных фигур).

Итак, наш вопрос сфокусировался на том, отражено ли в учебниках и в методике освоение всех трех позиций а)-б)-в) и если отражено, то в какой мере?

В качестве основания для ответа на вопрос «в какой мере», взята типология осуществляемых учащимися образовательных действий, сформулированная Б.Д. Элькониным (Эльконин, 2020). Первый тип (результативное действие) характерен для ситуации, когда учащийся решает конкретно-практическую задачу, пытаясь воспроизвести результат по образцу и имея целью получить результат – ответ (желательно совпадающий с ответом в учебнике). Второй тип (учебное действие) появляется, когда акцент смещается с результата на способ действия, а учащийся переходит от вопроса «что сделать?» к вопросу «как сделать?». В рамках этого типа происходит освоение способа действия. Третий тип (игровое действие) связан с опробованием этого способа в решении разных задач (с достаточно широким спектром вариаций в формулировке задачи, в идеале – с нацеленностью на решение *любой* задачи соответствующего типа), и исследованием границ применения способа. Наконец, четвертый тип (продуктивное действие) «собирает вместе» предыдущие три, так что учащийся, как и в первом типе действия, получает результат, но не как попало, а, во-первых, определенным способом, а во-вторых, зная, что в данных условиях этот способ применим и гарантированно даст верное решение задачи.

Исходя из этой типологизации, мы и будем выявлять, где в освоении понятия площади как величины, измерения этой величины и установлении отношения между длиной и площадью авторы учебников и методик остановились на «результативном» действии, где предполагают «учебное действие», а где даже доходят до «игрового» или «продуктивного».

Результаты

Рассмотрен материал, представленный по теме «Площадь» в учебниках из трёх УМК: «Школа России» (Моро, 2021), «Начальная школа XXI века» (Рудницкая, 2021) и «Перспектива» (Дорофеев, 2019). Выбор этих учебников обоснован двумя соображениями. Во-первых, эти учебники включены в Федеральный перечень учебников (URL: https://fpu.edu.ru/), а во-вторых, 94% учеников четвертого класса, проходивших мониторинг на платформе «Учи.ру», отметили, что занимаются по одному из них.

Согласно методическим рекомендациям к УМК «Школа России» (Волкова, 2019) и «Перспектива» (Дорофеев, 2018), понятие площади нужно вводить как некоторое свойство объектов, по которому их можно сравнить между собой. Начинают с предметов, которые можно сравнить на глаз. Далее предлагаются фигуры, которые на глаз сравнить не получается, но можно сравнить наложением.

Способ наложения упоминается авторами лишь для того, чтобы ввести понятие площади и указать на узкие рамки применения этого способа, подводя учащихся к идее об измерении площади фигур разбиением на равные мерки. Сам этот способ *не становится* предметом освоения. В главах учебников (Моро, 2021; Дорофеев, 2019), посвященных теме «Площадь», *не предусмотрены* упражнения для того, чтоб дети могли опробовать этот способ в разных ситуациях и выяснить границы этого способа. Речь идет о задачах, в которых нужно модифицировать способ наложения, предварительно разрезав фигуры на части и перегруппировав их.

Стоит отметить, что задачи на разрезание фигур встречаются в учебниках время от времени, но в них *не требуется* сравнивать площади полученных фигур (хотя это – ещё один способ сравнения площадей). Многие из таких заданий помечены как задачи повышенной сложности, что может ограничивать число тех, кто за них берется. Несколько задач на сравнение площадей фигур наложением с предварительной перегруппировкой их частей содержатся в последующих главах, относящихся к другим темам. Такие задачи регулярно встречаются в учебниках тех же УМК для более старших классов. В целом, такие задания способствуют развитию пространственного мышления, которое должно быть обеспечено, в соответствии с ФГОС начального общего образования, но *не обеспечивают* систематического подхода для освоения способа разрезания при изучении площади, а тем более – для определения границ этого способа.

Учащиеся, которые занимаются по программе «Начальная школа XXI века», согласно методическому пособию (Рудницкая, 2018) к этому УМК, начинают изучение площади сразу с понятия квадратного сантиметра (то есть освоение понятия площади как величины пропускается, а сразу начинается с измерения). На первом занятии в соответствии с текстом учебника (Рудницкая, 2021) дети знакомятся и с другими единицами площади. Для измерения площадей фигур применяется палетка. По программам же «Школа России» и «Перспектива» измерение площадей разбиением на равные мерки проходятся на втором уроке по теме «Площадь». Все учебники содержат задания, в которых нужно посчитать количество единичных квадратов в фигурах, уже разбитых на квадратные мерки, или выполнить такое разбиение самостоятельно. Некоторые фигуры требуется мысленно разрезать и перегруппировать для того, чтобы измерить площадь таким способом.

Если в «Школе России» и «Начальной школе XXI века» сразу рассматриваются квадратные мерки, то «Перспектива» содержит задачи, в которых нужно выбрать мерки подходящей формы из предложенных, вычислить площади фигур, используя разные мерки, и сравнить их количество. Решая такие задачи, дети, по задумке авторов учебника, обнаруживают, что при выборе разных мерок для фигур одинаковой площади, число этих мерок может быть разным. И наоборот, если количество мерок совпадает для двух фигур, это еще не означает, что площади фигур равны. Таким образом, как предполагается, достигается понимание зависимости числового значения площади от выбора единиц измерения и важности выбора одинаковых единиц измерения для сравнения площадей.

Столь быстрый переход на процедуру измерения площади, минуя формирование самого понятия площади, фактически формирует у учащихся один из главных ошибочных стереотипов, состоящий в том, что площадь – это арифметическая операция, а не геометрическое понятие. И, соответственно, когда они встречаются с задачей об определении площади, они думают (как мы видим) не о геометрическом объекте, а о том, «что на что здесь нужно умножить».

Но даже и в освоении процедуры измерения, как оказывается мы обнаруживаем явные пробелы. Так, в рассматриваемых учебниках *не уделяется* внимание задачам, в которых ученику нужно было бы самостоятельно выбрать мерку для фигуры, предварительно не разбитой на какие-либо мерки, или объяснить, какие мерки использовать можно, а какие нельзя. Такие упражнения позволили бы сделать вывод о том, что не любые мерки подходят, а есть ограничения в том, как можно производить разбиение: мерку можно использовать лишь тогда, когда она покрывает всю фигуру без наложений и зазоров. Ввиду отсутствия таких задач, *не происходит* ни сосредоточения на способе – то есть выражении площади через мерку, ни исследование границ способа разбиения фигур на равные мерки.

Далее дети знакомятся со способом вычисления площади прямоугольника через произведение длин его сторон. В задачах на эту тему требуется вычислить площадь прямоугольников по известным длинам его сторон.

В этих задачах дети начинают оперировать не количеством единичных квадратов, а длинами сторон прямоугольника. При этом в учебниках *не предложено* ситуаций для выяснения того, почему количество единичных квадратов, умещающихся вдоль его стороны, совпадает с длиной этой стороны (квадраты укладываются вдоль всей стороны без зазоров и наложений). Если предварительно не были установлены свойства разбиения на равные мерки, то связь между количеством единичных квадратов вдоль одной стороны и ее длиной будет не очевидной. Она может не осмысляться учащимися, а приниматься со слов учителя как данность.

Отметим ещё один момент: операция разбиения фигуры на элементарные квадраты является базовой операцией измерения и поэтому она должна быть доведена до уровня *умственного действия* (Гальперин, 1969), то есть учащийся должен научиться совершать её в уме. А для этого необходимо и определенное время, и специальные упражнения. Например, подошли бы упражнения, в которых сетка из единичных квадратов изображена не полностью и требует дополнения (рис. 7). Вообще без формирования умственных действий задачи, в которых требуются операции типа «достроить»/«отрезать» часть фигуры и т.п. оказываются нерешаемыми: ведь достроить или отрезать нужно сначала в уме, а потом уже на чертеже!

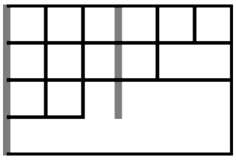

Рис. 7. Пример задания на дополнение сетки единичных квадратов

Следует отметить, что обнаруженные нами проблемы учащихся с вычислением площадей нестандартных фигур не являются новыми. Почти 40 лет назад все эти проблемы обсуждались в классической монографии М. Вертгеймера (Вертгеймер, 1987). В главе о «площади параллелограмма» автор обсуждает ситуацию, когда детям, выучившим доказательство формулы для площади параллелограмма (длина основания на высоту) предъявляют параллелограмм, «поставленный на бок», для которого формальное доказательство неприменимо. Он отмечает, что если ребенок применяет заученный прием к новой задаче, не понимая, что он в данном случае не уместен, то это говорит либо о непонимании самого приема, либо о неспособности выявить существенное различие между решаемой и первоначальной задачами.

Там же приводится пример рассуждений учащегося, который находится в процессе формирования такого понимания: «Длина фигуры повсюду одна и та же, и это должно быть связано с постепенным увеличением площади! Параллельные ряды малых квадратов прилегают друг к другу и взаимно равны; таким образом они заполняют всю фигуру. У меня есть совершенно одинаковые по длине ряды, которые вместе образуют целую фигуру». Далее происходит подсчет рядов единичных квадратов (a) и количества квадратов в каждом ряду (b). Уже имея представление о смысле операции умножения, ребенок сможет уяснить, что количество квадратов действительно можно вычислить как произведение ab. У некоторых детей такое понимание умножения ещё не сформировалось и формируется как раз в процессе решения подобных задач. Поэтому для них важно разобрать подробно, как происходит подсчет квадратов по рядам, отмечая функции каждого сомножителя. Отметим, что рассмотренные нами учебники *не содержат* заданий, направленных именно на установление функций сомножителей. Когда достигнуто понимание формулы для нахождения площади прямоугольника, у ученика появляется возможность увидеть, что эту формулу невозможно применить в неизменном виде (например, для нахождения площади на рис. 5, ведь формула эта получилась благодаря таким особенностям формы прямоугольника, каковыми новая фигура не обладает). Так у ребенка появляется структура решения, и он делает дальнейшие шаги не произвольно, а в соответствии с этой структурой.

Итак, для того, чтобы связь вычисления площади прямоугольника с операцией умножения оказалась *продуктивной*, то есть могла использоваться не только в знакомых, стереотипных ситуациях, но и в новых, ранее не встречавшихся (как, например, задача, предложенная на мониторинге или задачи PISA), необходимы упражнения, в которых учащиеся должны составлять из единичных квадратов ряды, а из рядов – фигуры, отмечая, сколько квадратов в каждом ряду и сколько всего рядов. В процессе такой деятельности дети будут опираться на понимание смысла операции умножения и её применимости в том или ином случае. Только добившись такого понимания, можно говорить о том, что представленный способ действия перешел в разряд продуктивного действия, а не остался заученной инструкцией. Именно продуктивность действия позволит детям модифицировать способ для того, чтобы находить площадь сложной фигуры, состоящей из нескольких прямоугольников.

Ответы на задачу мониторинга (рис. 5), которые получаются перемножением всех чисел на чертеже, свидетельствуют о том, что учащиеся применяют заученный метод (перемножение), но не понимают, какое структурное и функциональное значение имеют в этом произведении множители при вычислении площади прямоугольника. Нет понимания того, какое существенное свойство прямоугольника позволяет находить площадь с помощью перемножения.

Кроме того, для успешного решения задачи учащемуся нужны навыки деления целого на части и реорганизации этих частей. Требуется понимать, что при движении частей фигуры площади этих частей не меняются, также как не изменится и площадь всей фигуры после перегруппировки её частей. Поэтому на первых уроках изучения площади важно восполнять недостаток задач на разрезание и перегруппировку фигур, который наблюдается в рассмотренных УМК.

Таким образом, мы увидели, что объем упражнений для освоения каждого способа сравнения площадей разный в разных учебниках, но ни в одном учебнике он *не достаточен* для освоения изучаемых способов действий. Однообразие заданий и их ограниченное количество не дают возможности для того, чтобы опробовать новые способы и перевести их в разряд умственных действий. Работа по подбору такого материала для занятий остается фактически за учителем. При этом учитель сильно ограничен в количестве часов, отведенных на изучение темы «Площадь», и поэтому неясно, может ли он в таких условиях хоть как-то исправить ситуацию.

Обратим внимание ещё на один момент: опрос учителей показал, что результаты, полученные нами в результате анализа мониторинга, абсолютно адекватны. Учителя подтверждают, что дети такого типа задачи решать не могут, поскольку в программе освоению понятия площади отведено очень небольшое время, за которое невозможно не только освоить это понятие, но и даже научиться различать понятия «площадь» и «периметр», из-за чего дети эти понятия просто путают (что, как мы уже отмечали, объясняет еще две выявленных нами типичных ошибки: вычисление периметра вместо площади и сложение всех данных, имеющихся в условии задачи).

В процессе настройки мониторинга на платформе «Учи.ру» учителю необходимо было указать УМК, по которому учится класс. Попытка соотнести результаты мониторинга с указанным учителем УМК в четвертом классе показала следующие результаты: из тех учащихся, которые учатся по УМК «Школа России», с задачей на нахождении площади сложной фигуры справились 41%, а из учащихся по УМК «Учусь учиться» (Петерсон, 2021) — 60%. При этом количество учеников, которые занимаются по этим УМК, сильно отличается: учащихся по УМК «Школа России» было на 2 порядка больше, чем по УМК «Учусь учиться». Тем не менее, выборка остается существенной и для УМК «Учусь учиться» и составляет несколько тысяч учеников. Поэтому мы обратили внимание на некоторые особенности изложения темы «Площадь» в методических рекомендациях к учебнику по математике Л.Г. Петерсон (Петерсон, 2016) для 2 класса.

Как и в рассмотренных ранее учебниках, способ измерения площади подсчетом равных мерок вводится как альтернатива способу наложения тогда, когда наложение не дает результатов. При этом отдельно оговаривается необходимость создания проблемной ситуации для того, чтобы дети обосновали выбор квадратов (а не, например, овалов или кругов) в качестве подходящей мерки. Как и в учебнике Г.В. Дорофеева (Дорофеев, 2019), несколько задач направлены на то, чтобы установить связь: чем меньше мерка, тем больше раз она уложится в фигуре. Мерки при этом используются разной формы.

Отметим, что в отличие от других рассмотренных УМК, в учебнике Л.Г. Петерсон уроки на темы «Умножение», «Компоненты умножения», «Связь между компонентами умножения», непосредственно предшествуют теме «Площадь прямоугольника». Уяснив смысл сомножителей, дети переносят его на умножение при нахождении площади прямоугольника. При этом учащиеся ещё не знают таблицы умножения и вычисляют значение произведения суммированием одинаковых слагаемых. При нахождении площади прямоугольника эти слагаемые обозначают количество единичных квадратов в одной полосе или в одном столбце, а количество слагаемых соответствует количеству этих полос или столбцов. Такой подход, по-видимому, в большей мере способствует тому, что у учащихся формируется, с одной стороны, понимание структурного отношения длины и площади, а с другой стороны, связь между операцией умножения и вычислением площади прямоугольника.

В дальнейшем учащиеся систематически возвращаются к решению задач о площади прямоугольника при изучении других тем, в частности, для выяснения смысла компонентов деления, применения переместительного свойства умножения и распределительного свойства умножения относительно сложения. При этом учащиеся имеют дело не только с прямоугольниками, но и с фигурами, состоящими из нескольких прямоугольников.

Заключение

В данной работе на основании анализа систематических ошибок учащихся и их причин выявлена необходимость включения дополнительных упражнений для освоения темы «Площадь» в начальных классах ввиду недостатка таких задач в учебниках.

Такие задания могут быть составлены учителями, могут содержаться в тех же учебниках, но в последующих параграфах, или могут быть заимствованы их других учебных пособий. Одним из ресурсов таких задач могут быть и образовательные платформы, в частности, «Учи.ру».

В качестве примера уже имеющегося пособия может выступать «Математика и конструирование» из УМК «Школа России» (Волкова, 2021). Пособие содержит разнообразные задания, способствующие расширению геометрических представлений, развитию пространственного мышления и воображения. В пособие включены как задания, в которых нужно произвести предметное действие (вырезать, разрезать, перегнуть), так и задания, в которых подобные действия нужно произвести в уме. В сборнике содержатся и более сложные задания, в частности, и нахождение площадей сложных фигур.

Ясно, что для включения дополнительных заданий на уроках требуется и дополнительное время. В среднем, на освоение способа сравнения площадей наложением, способа измерения площадей разбиением на равные мерки и способа измерения площади прямоугольника как произведения длин его сторон, суммарно отводится 4 часа. Можно предположить, что увеличение количества часов на эти темы или систематическое обращение к ним по мере расширения у учеников представлений о свойствах арифметических операций (как это реализовано в учебнике Л.Г. Петерсон) позволит учителю включить достаточный материал для того, чтобы перечисленные способы действий стали действительно освоенными, а сами действия перешли в разряд продуктивных.

Список литературы

Боровских А.В. О понятии математической грамотности // Педагогика. 2022, Т. 86. № 3. С. 33-45.

Вертгеймер М. Продуктивное мышление. М.: Прогресс, 1987.

Вещева А.Д., Александрова Н.С. Формирование у третьеклассников умения находить площадь геометрических фигур (на примере «Магнитной математики») // Педагогика и психология в XXI веке: современное состояние и тенденции исследования: сборник материалов IX Всероссийской научно-практической конференции студентов, магистрантов, аспирантов, молодых педагогов, Киров, 22 апреля 2021 г. Киров: Межрегиональный центр инновационных технологий в образовании, 2021. С. 151-158.

Волкова С.И. Математика и конструирование. 3 класс: учеб. пособие. М.: Просвещение, 2021.

Волкова С.И., Степанова С.В., Бантова М.А., Бельтюкова Г.В. Математика. 3 класс. Методические рекомендации к учебнику М.И. Моро. ФГОС. М.: Просвещение, 2019.

Гальперин П.Я. О методе поэтапного формирования умственных действий // Вопросы психологии. 1969. №1.

Дорофеев Г.В., Бука Т.Б., Миракова Т.Н. Математика. 3 класс: учебник. В 2 частях. ФГОС. М.: Просвещение, 2019.

Дорофеев Г.В., Миракова Т.Н. Математика. 3 класс. Методические рекомендации. Пособие для учителей. ФГОС. М.: Просвещение, 2018.

Захарова Т.В., Басалаева Н.В. Из опыта работы учителя по формированию понятия величины «площадь» у младших школьников на уроках математики // Глобальный научный потенциал. 2019. №10. С. 62 – 64.

Моро М.И., Бельтюкова Г.В., Бантова М.А., Волкова С.И. Математика. 3 класс. Учебник. В 2 частях. ФГОС. М.: Просвещение, 2021.

Петерсон Л.Г. Математика. 2 класс: учебное пособие. В 3 частях. ФГОС. М.: Просвещение/Бином, 2021.

Петерсон Л.Г. Математика. 2 класс. Методические рекомендации к учебному пособию. ФГОС. М.: Ювента, 2016.

Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта начального общего образования [Электронный ресурс]: приказ Министерства просвещения России от 31 мая 2021 г. № 286. Доступ из справочно-правовой системы «Гарант.ру». URL: https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/400807193 (дата обращения: 18.02.2022).

Рудницкая В.Н., Юдачева Т.В. Математика. 2 класс: учебник. В 2-х частях. ФГОС. М.: Вентана-Граф, 2021.

Рудницкая В.Н., Юдачева Т.В. Математика. 2 класс: методическое пособие. Москва: Вентана-Граф, 2018.

Учи.ру [Электронный ресурс]: интерактивная образовательная онлайн-платформа. URL : https://uchi.ru/ (дата обращения: 18.02.2022)

Федеральный перечень учебников [Электронный ресурс]: Министерство просвещения Российской федерации. URL: https://fpu.edu.ru/ (дата обращения: 18.02.2022).

Эльконин Б.Д. Строение действия и периодизация Д.Б. Эльконина // Деятельностный подход в образовании: монография. Книга 3 / Составитель В.А. Львовский. М.: Некоммерческое партнерство «Авторский Клуб», 2020. С. 104-117.

ANALISYS OF MISTAKES MADE BY STUDENTS IN THE PROBLEMS ASKING FOR AN AREA OF A COMPOSITE SHAPE OFFERED DURING THE ASSESSMENT HELD ON THE ONLINE LEARNING PLATFORM “UCHI.RU”

Moskalenko O. B.
curriculum developer
Olga.b.moskalenko@yandex.ru
Moscow

Online learning platform “Uchi.ru”

Abstract. In the primary school, students are introduced to different measures, including area. They learn how to compare areas of two figures in different ways, how to measure areas by dividing figures in equal parts. A square centimeter is introduced as well as other units of area measurement. By the end of the 3d grade, students learn the rule of finding the area of a rectangle as a product of its sides’ lengths. In 2021-2022 school year problems about the area of a compound figure were included in the assessment held on the educational platform “Uchi.ru”. More than 30 thousand students solved each of the problems. Analysis of the results of the assessment based on such a big number of answers allows us, firstly, to distinguish between the systematic and random mistakes, and secondly, consider the methodology underlying the textbooks’ contents as the main factor influencing these results. This poses a problem of finding the disadvantages in the methodology that lead to the mistakes we observed during the diagnostics. The goal of this article is to find out whether all the concepts needed to solve the area problem included in the assessment are covered in the textbooks and to which extent. The article considers three teaching methodic complexes recommended by the Ministry of Education of the Russian Federation. For each of them including of additional practice material is shown to be necessary for mastering all the methods taught within the "Area" topic. The lack of time devoted to this topic in the approximate curriculum plans is also admitted. In the conclusion, the resources for additional exercises are offered as well as the changes that can be made to the curriculum plan to enable teachers to include those exercises when teaching the area concept.

Keywords: area of a shape, area measurement, area of rectangle, comparison of the areas, mastering the method, methodology.

References

Borovskikh, A. V. (2022). The Concept of Mathematical Literacy. *Pedagogika,* 86(3), 33-45. (In Russ., abstract in Eng.)

Dorofeev, G. V. (2018). *Matematika. 3 klass. Metodicheskie rekomendatsii. Posobie dlya uchiteley. FGOS.* Moscow: Prosveshchenie. (In Russ.)

Dorofeev, G. V. (2019). *Matematika. 3 klass. Uchebnik. V 2-kh chastyakh. FGOS*. Moscow: Prosveshchenie. (In Russ.)

El'konin, B. D. (2020). Stroenie deystviya i periodizatsiya D.B. El'konina. *Deyatel'nostnyy podkhod v obrazovanii: Monografiya. Kniga 3* (pp. 104-117). Moscow: Nekommercheskoe partnerstvo «Avtorskiy Klub». (In Russ.)

Federal'nyy perechen' uchebnikov. Retrieved from https://fpu.edu.ru/ (In Russ.)

Gal'perin, P. Ya. (1969). O metode poetapnogo formirovaniya umstvennykh deystviy. *Voprosy psihologii*, 1. (In Russ.)

Interactive online learning platform "Uchi.ru". (2012). Retrieved from https://uchi.ru/ (In Russ.)

Moro, M. I., Bel'tyukova, G. V., Bantova, M. A., Volkova, S. I. (2021). *Matematika. 3 klass. Uchebnik. V 2-kh chastyakh. FGOS.* Moscow: Prosveshchenie. (In Russ.)

Peterson, L. G. (2016) *Matematika. 2 klass. Metodicheskie rekomendatsii k uchebnomu posobiyu*. Moscow: Yuventa. (In Russ.)

Peterson, L. G. (2021) *Matematika. 2 klass. Uchebnoe posobie. V 3-kh chastyakh. FGOS*. Moscow: Prosveshchenie/Binom. (In Russ.)

Prikaz Ministerstva prosveshcheniya Rossii ot 31 maya 2021 g. № 286. Ob utverzhdenii federal'nogo gosudarstvennogo obrazovatel'nogo standarta nachal'nogo obshchego obrazovaniya Retrieved from https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/400807193 (In Russ).

Rudnitskaya, V. N., Yudacheva, T. V. (2018*). 2 klass. Metodicheskoe posobie*. Moscow: Ventana-Graf. (In Russ.)

Rudnitskaya, V. N., Yudacheva, T. V. (2021) *Matematika. 2 klass. Uchebnik. V 2-kh chastyakh. FGOS*. Moscow: Ventana-Graf. (In Russ.)

Veshcheva, A. D., Aleksandrova N. S. (2021). Formirovanie u tret'eklassnikov umeniya nakhodit' ploshchad' geometricheskikh figur (na primere «Magnitnoy matematiki»). *Sbornik materialov IX Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii studentov, magistrantov, aspirantov, molodykh pedagogov* (pp. 151-158). Kirov: Mezhregional'nyy tsentr innovatsionnykh tekhnologiy v obrazovanii. (In Russ.)

Volkova, S. I. (2019). *Matematika. 3 klass. Metodicheskie rekomendatsii k uchebniku M.I. Moro. FGOS.* Moscow: Prosveshchenie. (In Russ.)

Volkova, S. I. (2021). *Matematika i konstruirovanie. 3 klass. Uchebnoe posobie*. Moscow: Prosveshchenie. (In Russ.)

Wertheimer, M. (1987). Productive thinking. Moscow: Progress. (In Russ.)

Zakharova, T. V., Basalaeva N. V. (2019). From the Teachers' Experience of Teaching the Concept of "Area" to Younger School Students in the Lessons of Mathematics. *Global Scientific Potential*, 10, 62 – 64. (In Russ., abstract in Eng.)

DOI: 10.24888/2500-1957-2022-2-42-56

УДК 372.851

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ КАК ОСНОВА МОДЕЛИРОВАНИЯ КЛЮЧЕВЫХ УНИВЕРСАЛЬНЫХ УЧЕБНЫХ ДЕЙСТВИЙ УЧАЩИХСЯ ОСНОВНОЙ ШКОЛЫ

Позднякова Елена Валерьевна
к.п.н., доцент
epozd@mail.ru
г. Новокузнецк

Кузбасский гуманитарно-педагогический институт Кемеровского государственного университета

Аннотация. Деятельностная парадигма образования актуализирует развитие личности ученика на основе изучения универсальных способов познания мира, определяемых как универсальные учебные действия (УУД). Анализ психолого-педагогических и методических исследований, посвященных проблемам определения и структуры УУД, позволяет сделать вывод о целесообразности разделения указанных действий на группы познавательных, регулятивных и коммуникативных, однако очевидно наличие вариативности в определении структурных элементов выделенных групп действий разными авторами; присутствует нежелательное пересечение разных видов УУД, что затрудняет процесс их формирования и диагностики. Следовательно, необходимо четко определить, какие именно УУД подлежат формированию, а в дальнейшем и диагностике в процессе обучения конкретным учебным предметам, в том числе, и математике. Автором предлагается идея целесообразности определения универсальных учебных действий (названных ключевыми), имеющих двойственную характеристику: с одной стороны, они могут успешно формироваться при помощи предметной области "математика", а с другой – обеспечивают достижение предметных результатов по математике и готовность применять математические знания в других предметных областях и повседневной жизни. Для построения модели проектирования указанных действий определены ее концептуальные основы: системный подход, системно-деятельностный подход, концепция математической деятельности, концепция математической грамотности. Это позволило сконструировать определение ключевых универсальных учебных действий и сформулировать принципы проектирования указанных действий: системности, соответствия целям математической подготовки обучающихся основной школы, приоритета математической деятельности, полноты и динамичности. Приведено описание взаимосвязанных компонентов (блоков) модели: целевого, теоретико-методологического, содержательного и критериально-оценочного. Показан пример конкретизации компонента модели "Ключевые познавательные УУД" (содержательный блок). Делается вывод о возможностях данной модели в оценке эффективности образовательного процесса, нацеленного на формирование ключевых УУД, и отслеживании динамики становления ученика как субъекта исследовательской и творческой деятельности в процессе математической подготовки.

Ключевые слова: универсальные учебные действия, математическая подготовка, математическая деятельность, математическая грамотность, ключевые познавательные универсальные учебные действия.

Введение

В настоящее время деятельностная парадигма образования декларирует цель – развитие личности ученика на основе изучения универсальных способов познания и освоения мира. В качестве таких способов, определенных в стандартах как метапредметные результаты, научная группа под руководством А.Г. Асмолова предлагает универсальные учебные действия (УУД), обеспечивающие овладение ключевыми компетенциями, составляющими основу умения учиться (Асмолов, Бурменская, Володарская, 2011). В структуре универсальных учебных действий целесообразно выделение отдельных групп действий: *регулятивных* (действия, обеспечивающие возможность организации, управления и коррекции учебно-познавательной деятельности посредством постановки целей, планирования, контроля и коррекции и оценки своих действий); *познавательных* (действия как система способов познания окружающего мира, построения собственного исследования; совокупность операций по обработке, систематизации, обобщению и использованию полученной информации); *коммуникативных* (действия, обеспечивающие социализацию обучающихся, их взаимодействие, их сознательную ориентацию на позиции других людей, а также партнеров по деятельности или общению, умение слушать и вступать в диалог и полилог, участвовать в обсуждении проблем, адаптироваться в группе сверстников, строить взаимодействие и сотрудничество). Анализ многочисленных исследований, посвященных проблемам определения структуры и содержания указанных действий (Асмолов, Бурменская, Володарская, 2011; Воровщикова, Татьянченко, Орлова, 2014; Боженкова, 2016; Петерсон, Кубышева, 2018; Фирер, 2018; Хуторской, 2019; Баракова, 2021; Гаврилюк, 2021;), позволяет констатировать наличие вариативности в определении структурных элементов выделенных групп действий разными авторами, кроме того, присутствует нежелательное пересечение разных видов УУД, что затрудняет процесс их формирования и диагностики. Также очевидно, что формирование УУД – пролонгированный процесс, предполагающий совершенствование универсальных действий с каждым годом обучения. Следовательно, необходимо четко определить, какие именно УУД подлежат формированию, а в дальнейшем, и диагностике в процессе обучения конкретным учебным предметам, в том числе, и математике.

Анализ существующих теорий

Выскажем идею о целесообразности определения универсальных учебных действий (названных нами ключевыми), имеющих двойственную характеристику: с одной стороны, они могут успешно формироваться при помощи предметной области “математика”, а с другой – обеспечивают достижение предметных результатов по математике и готовность применять математические знания в других предметных областях и повседневной жизни.

Таким образом, *целью статьи* является построение модели проектирования ключевых универсальных учебных действий, формируемых в процессе математической подготовки учащихся основной школы.

Для построения структурно-содержательной модели универсальных учебных действий, обладающих указанной спецификой, определим ее концептуальные основы.

Системный подход. Используем системный подход, спецификой которого является комплексное изучение объекта как многомерного целого. Следуя Т.А. Ильиной, основными характеристиками понятия системы будем считать: «наличие множества (совокупности); выделение компонентов множества на основе определенного принципа или признаков, дающих основание для объединения; наличие определенных связей между компонентами, их взаимодействие между собой; наличие связей или взаимодействий с окружающей средой или другими системами; функционирование системы как единого целого; наличие упорядоченности в выделенных компонентах; наличие управления функционированием системы» (Ильина, 1972).

Основываясь на рассмотренных признаках, соглашаемся с определением системы: «система – это выделенное на основе определенных признаков упорядоченное множество взаимосвязанных компонентов, объединенных общей целью функционирования и единством управления и выступающее во взаимосвязи со средой как целостное единство» (Ильина, 1972, 16). Таким образом, определяя структурно-содержательную модель ключевых универсальных учебных действий, будем понимать под этим отображение реальной системы, имеющее определенное объективное соответствие ей и позволяющее прогнозировать и исследовать ее функциональные характеристики, т.е. характеристики, определяющие взаимодействие системы с внешней средой.

Системно-деятельностный подход. Введение понятия «системно-деятельностный подход» послужило попыткой объединения системного и деятельностного подходов в единую научную категорию. Так, А.Г. Асмолов, отмечая фундаментальный вклад А.Н. Леонтьева и С.Л. Рубинштейна в разработку деятельностного подхода в психологии, предлагает собственный системно-деятельностный подход применительно к психологии личности, интегрируя субъектно-деятельностный подход С.Л. Рубинштейна, деятельностный подход А.Н. Леонтьева и идеи синергетики. В качестве ведущей цели образования в логике данного подхода выступает развитие личности обучающегося на основе усвоения универсальных способов деятельности (Асмолов, 2009). Реализация системно-деятельностного подхода, его суть наиболее полно раскрываются в системе основных принципов: «принцип деятельности (развитие личности ученика осуществляется в процессе собственной деятельности, направленной на “открытие” нового знания); принцип непрерывности (такая организация учебного процесса, при которой результат деятельности ученика на каждом предыдущем этапе обеспечивает начало следующего этап); принцип целостного представления о мире (формирование у обучающего обобщенного, целостного представления о природе, обществе, самом себе; о роли и месте каждой науки в системе наук); принцип минимакса (школа предлагает каждому ученику содержание образования на максимальном (творческом уровне) и обеспечивает его усвоение на уровне социально безопасного минимума); принцип психологической комфортности (создание комфортной, здоровьесберегающей среды, снятие стрессообразующих факторов учебного процесса); принцип вариативности (развитие у обучающихся вариативного, дивергентного мышления); принцип творчества (максимальная ориентация на творческое начало в учебной деятельности школьника, приобщение учащихся к исследовательской и проектной деятельности)» (Асмолов, 2009).

Выстраивая структурно-содержательную модель ключевых универсальных учебных действий на основе системно-деятельностного подхода, отмечаем принципиально важным тот факт, что в процессе обучения ведущей идеей становится развитие личности учащегося средствами учебного предмета, формирование готовности к действию в различных ситуациях (учебных и внеучебных), способности нестандартно и системно мыслить, решать различные проблемы, вырабатывать стратегии решения задач на основе сотрудничества и кооперации, а также потребности к саморазвитию и рефлексии.

Концепция математической деятельности. Очевидно, что обучение математике можно рассматривать как обучение определенной “математической деятельности”. Такой термин, применительно к определенного рода мыслительной, познавательной деятельности в процессе обучения математике используют О.Б. Епишева (Епишева, 1990), Ю.М. Колягин (Колягин, 1977), А.А. Столяр (Столяр, 1986), В.А. Байдак (Байдак,2016), Т.А. Иванова (Иванова, 2009) и др. Отметим, что при всем разнообразии точек зрения на предмет математической деятельности, присутствует некоторая общность мнений: когда в специально созданной педагогической ситуации ученик открывает новые знания, он рассуждает как первооткрыватель-исследователь, и осуществляет математическую деятельность. А.А. Столяр, В.А. Байдак и др. выделяют три основных аспекта математической деятельности: «1) математическое описание конкретных ситуаций, или математизация эмпирического материала; 2) логическая организация математического материла, полученного в результате первого аспекта деятельности, или построение математической теории; 3) применение математической теории, полученной в результате второго аспекта деятельности» (Столяр, 1986; Байдак, 2016). На первой стадии происходит накопление фактов с помощью наблюдения, опыта, индукции, аналогии, обобщения; на второй – выделение из накопленного материала первоначальных понятий и системы аксиом и дедуктивное построение теории, основанное на этих первоначальных понятиях и аксиомах; на третьей – приложение теории. В качестве дидактической модели математической деятельности выступает проблемное обучение, когда учебный процесс строится как последовательность проблемных ситуаций, возникающих во внематематической предметной области. Предложенную А.А. Столяром модель дополняет и конкретизирует в своем исследовании Т.А. Иванова, представляя цикл познания в математике как последовательность следующих этапов: накопление фактов; выдвижение гипотез; проверка истинности доказательством; построение теории; выход в практику. Каждый этап дополняется характерными для него методами научного познания, которые условно разделены на эвристические и дедуктивные. (Иванова, 2009).

Таким образом, определяемая нами структурно-содержательная модель ключевых универсальных учебных действий основывается на ведущих положениях концепции математической деятельности, заложенных в работах А.А. Столяра.

Концепция математической грамотности. В настоящее время происходит переориентация системы образования на новые результаты, связанные с “навыками XXI века”, одним из которых является развитие функциональной грамотности. В педагогической литературе наблюдается многовариантность определений понятия “функциональная грамотность”: способ социальной ориентации личности, интегрирующий связь образования с многоплановой человеческой деятельностью (Вершловский, Матюшкина, 2007); «повышаемый по мере развития общества уровень знаний и умений, необходимый для полноправного и эффективного участия в экономической, политической, гражданской, общественной и культурной жизни своего общества и своей страны, для содействия их прогрессу и для собственного развития» (Таганян, 1990); «способность человека вступать в отношения с внешней средой и максимально быстро адаптировать и функционировать в ней» (Азимов, Щукин, 2009, 342).

На наш взгляд, основной смысл данного понятия наиболее лаконично и емко раскрывается в определении А.А. Леонтьева: “Функционально грамотный человек – это человек, который способен использовать постоянно приобретаемые в течение жизни знания, умения и навыки для решения максимально широкого диапазона жизненных задач в различных сферах человеческой деятельности, общения и социальных отношений” (Леонтьев, 2003, 35). Аналогичную точку зрения мы находим в концепции Международной программы по оценке учебных достижений учащихся PISA (Programme for International Student Assessment), которая проходит под патронажем Организации экономического сотрудничества и социального развития. В данной программе оценка функциональной грамотности осуществляется на основе результата ответа на вопрос: “Обладают ли учащиеся 15-летнего возраста, получившие обязательное общее образование, знаниями и навыками, необходимыми им для полноценного функционирования в современном обществе, т.е. для решения широкого диапазона задач в различных сферах человеческой деятельности, общения и социальных отношений?” (PISA, 2018).

Системным компонентом функциональной грамотности является математическая грамотность. В теории и методике обучения математике существует несколько подходов к определению понятия математической грамотности. Так, С.Г. Ковалева трактует математическую грамотность как “способность человека определять роль математики в мире, в котором он живет, высказывать хорошо обоснованные математические суждения и использовать математику так, чтобы в настоящем и будущем удовлетворить потребности, присущие созидательному, заинтересованному и мыслящему гражданину” (Ковалева, 2005). Таким образом, математическую грамотность С.Г. Ковалева рассматривает как способность человека обнаруживать и решать реальные проблемы математическими средствами, т.е. овладение учащимися методом математического моделирования.

Более широкая трактовка математической грамотности представлена в концепции Т.А. Ивановой: «математическая грамотность – это интегральная характеристика качества подготовки ученика, которая помимо усвоенных знаний, умений и опыта деятельности отражает его личностный смысл, его эмоционально-ценностное отношение к математике и математической деятельности, к опыту их применения для решения реальных задач» (Иванова, 2009).

В настоящее время актуальна концепция математической грамотности, представленная в исследовании PISA-2021. В данной концепции «математическая грамотность – это способность человека мыслить математически, формулировать, применять и интерпретировать математику для решения задач в разнообразных практических контекстах. Она включает в себя понятия, процедуры и факты, а также инструменты для описания, объяснения и предсказания явлений; помогает осознать роль математики в мире, высказывать обоснованные суждения и принимать решения, которые должны принимать конструктивные, активные и размышляющие граждане в XXI веке» (PISA, 2018). Математическая грамотность в исследовании PISA, как и другие виды функциональной грамотности, определяется через компонентный состав и включает контекст, познавательные действия, математическое содержание, целевую ориентацию – использование математического аппарата для принятия решений в реальной жизни. Ключевой составляющей понятия “математическая грамотность” является математическое рассуждение. Кроме этого, в концепцию по математике были добавлены восемь навыков XXI века: «критическое мышление; креативность; исследование и изучение; саморегуляция, инициативность и настойчивость; использование информации; системное мышление; коммуникация; рефлексия. В целом концепция описывает взаимоотношения между математическим рассуждением и тремя процессами цикла по решению задачи (формулирование, применение, интерпретация и оценивание)» (Рослова, Краснянская, Квитко, 2019; Подлипский, 2020).

В нашей концепции внедрение математической грамотности в систему российского математического образования осуществляется на основе ее органичного включения в структуру математической деятельности при сохранении фундаментальности математического образования, что является его сильной стороной и вопросом конкурентоспособности. Сохранение фундаментальности подразумевает овладение учащимися специфическим языком математики как универсальным языком науки и культурным феноменом. Включение прикладных аспектов в обучение математике не должно идти в ущерб понимания сути математических понятий, раскрытия их красоты и строгости, отказа от доказательства математических утверждений.

Результаты. На основе проведенного анализа психолого-педагогических и дидактических концепций сконструируем определение ключевых универсальных учебных действий, формируемых в процессе математической подготовки. Под *ключевыми универсальными учебными действиями будем понимать совокупность специфических универсальных учебных действий, выделенных из требований к метапредметным результатам обучения на основе анализа математической деятельности, являющихся фундаментом для достижения предметных результатов по математике и обеспечивающих развитие математической грамотности обучающихся*.

Следуя концепции А.Г. Асмолова (Асмолов, 2011), в составе ключевых УУД также выделим регулятивные, познавательные и коммуникативные универсальные учебные действия. Под *ключевыми познавательными УУД* будем понимать систему математических способов познания окружающего мира, построения самостоятельного исследования, и совокупность операций по обработке, систематизации, обобщению и использованию полученной информации. *Ключевые регулятивные УУД* – система действий, обеспечивающих организацию, регуляцию и коррекцию учебной деятельности обучающегося в процессе математической подготовки. *Ключевые коммуникативные УУД* определим как систему действий, направленных на осуществление активной и адекватной коммуникации обучающегося в процессе математической деятельности.

Сформулируем принципы, положенные в основу проектирования структурно-содержательной модели ключевых универсальных учебных действий.

- *Принцип системности.* Проектируя структурно-содержательную модель ключевых универсальных учебных действий, подразумеваем под этим отображение реальной системы, имеющее определенное объективное соответствие ей и позволяющее прогнозировать и исследовать ее функциональные характеристики, т.е. характеристики, определяющие взаимодействие системы с внешней средой.

- *Принцип соответствия целям математической подготовки обучающихся основной школы.* Модель ключевых УУД должна полностью ориентироваться на достижение предметных и метапредметных образовательных результатов с позиций системно-деятельностного подхода, в том числе, на развитие математической грамотности.

- *Принцип приоритета математической деятельности.* Структурные компоненты ключевых УУД должны быть определены в логике математической деятельности, включающей следующие этапы: накопление фактов; выдвижение гипотез; проверка истинности доказательством; построение теории; выход в практику.

- *Принцип полноты.* Модель должна полностью отражать содержание и связи структурных компонентов ключевых УУД, исключая их содержательное пересечение; показатели критериев сформированности каждой группы универсальных действий должны достаточно полно представлять ее состав и не допускать разночтений, их количество должно быть оптимальным с позиции требований квалиметрии.

- *Принцип динамичности.* Модель современного образовательного процесса, в том числе и процесса обучения математике с позиций системно-деятельностного подхода, не является статичным образованием. Поскольку модель ключевых универсальных учебных действий может быть рассмотрена как субмодель процесса обучения математике, она должна предусматривать возможность коррекции структурных компонентов и их содержания, в зависимости от изменений, происходящих в системе образования и обществе.

Выделенные принципы легли в основу структурно-содержательной модели ключевых универсальных учебных действий, которая представляет собой систему, включающую взаимосвязанные компоненты (блоки): целевой, теоретико-методологический, содержательный, критериально-оценочный (рис. 1).

Целевой компонент модели включает систему целей основного образования, определяемых социальным заказом, в области метапредметных и предметных результатов и ключевых навыков XXI века, в том числе математической грамотности как системного компонента грамотности функциональной. Данный системообразующий компонент является основным фактором, влияющим на проектирование остальных компонентов системы.

Теоретико-методологический компонент представлен совокупностью методологических подходов (системный, деятельностный, системно-деятельностный) и психолого-педагогических концепций (математической деятельности, математической грамотности, концепции универсальных учебных действий), лежащих в основе конструируемой модели.

Содержательный компонент определяет содержание выделенных групп ключевых универсальных учебных действий (регулятивных, познавательных, коммуникативных) в соответствии со структурой, логикой и содержательным наполнением математической деятельности обучающихся.

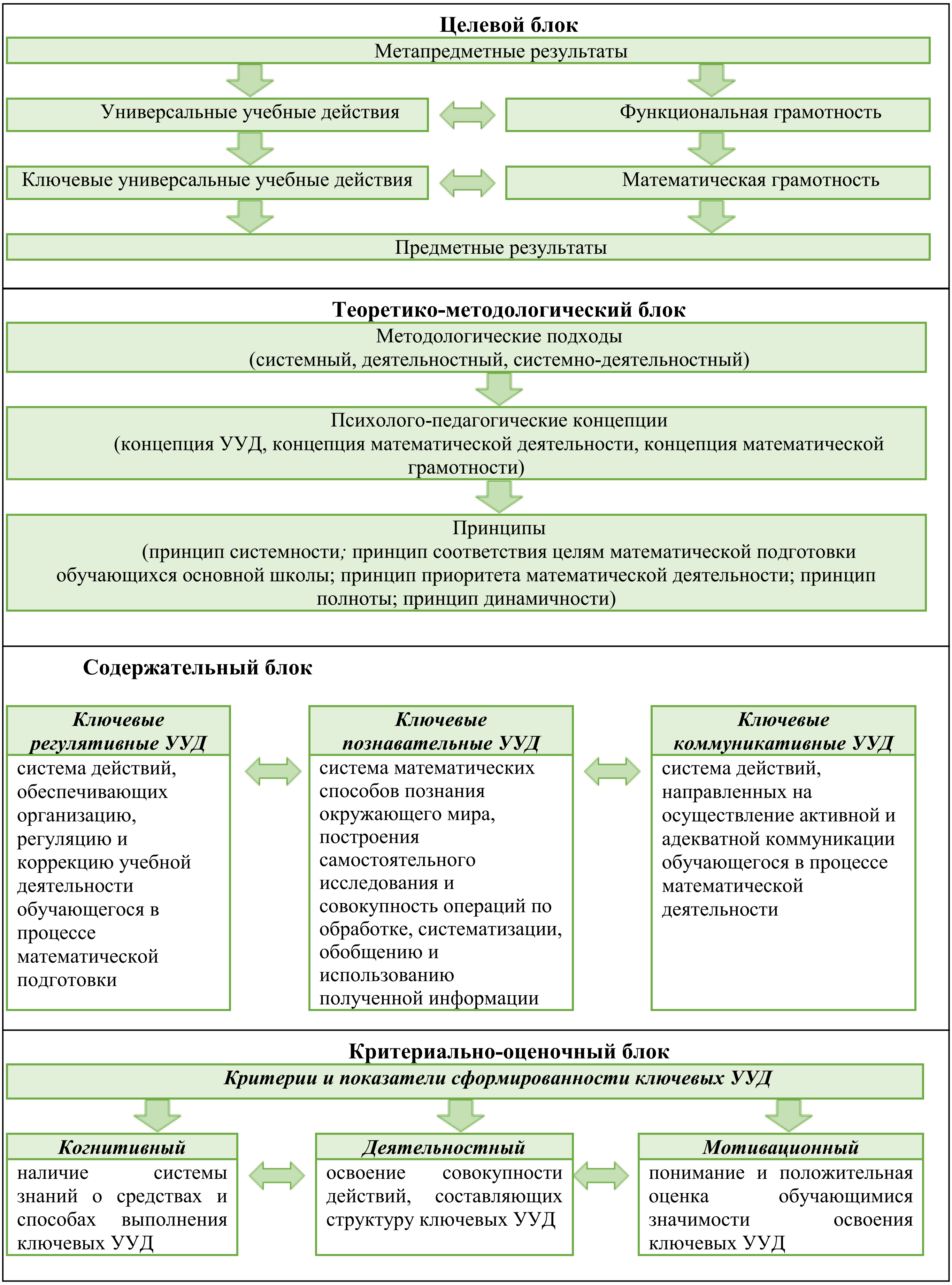

Рис. 1. Структурно-содержательная модель ключевых универсальных учебных действий

Критериально-оценочный компонент включает критерии и показатели сформированности выделенных групп ключевых универсальных учебных действий. Среди основных критериев, опираясь на исследования Л.В. Шкериной (Шкерина, 2018), А.Д. Дарджания (Дарджания, 2009), будем выделять когнитивный (наличие системы знаний о средствах и способах выполнения УУД), деятельностный (освоение совокупности действий, составляющих структуру ключевых УУД) и мотивационный (понимание и положительная оценка обучающимися значимости освоения ключевых УУД).

Обсуждение

Конкретизация выделенных блоков структурно-содержательной модели ключевых универсальных действий осуществляется с опорой на сформулированные принципы системности, соответствия целям математической подготовки обучающихся основной школы, приоритета математической деятельности, полноты и динамичности. При описании состава ключевых УУД (содержательный блок) важно учесть умения, необходимые современным подростка (поколение Z, “сетевое поколение”, центениалы) для становления их успешности в современном информационно-технологическом, цифровом мире: умение организовать свою деятельность; умение искать, анализировать и систематизировать информацию; умение работать в сотрудничестве и кооперации, вести диалог и полилог; умения и навыки цифровой грамотности (личностное образование субъекта, включающее следующие компоненты: систему знаний, умений и навыков в сфере использования цифровых ресурсов и цифровой информации, положительную мотивацию к цифровой активности, положительный опыт работы в Сети) (Зеер, Церковникова, Третьякова, 2021; Тумашева, Шашкина, 2020; Ельцова О.В., Емельянова М.В., 2020; Бороненко Т.А., Кайсина А.В., Федотова В.С., 2020).

Приведем пример конкретизации содержательного блока построенной модели ключевых УУД. Представим определение состава ключевых познавательных универсальных учебных действий, соотнося их с этапами и логикой математической деятельности; опираясь на структуру и содержание ПУУД, предложенных в работах А.Г. Асмолова (Асмолов, 2011), Л.И. Боженковой (Боженкова, 2015; Боженкова, 2016), Л.В. Шкериной (Шкерина, Кейв, Берсенева, Журавлева, 2018) (рис.2).

Рис.2. Соответствие этапов математической деятельности и ключевых ПУУД

В соответствии с концепцией, заложенной во ФГОС ООО, будем рассматривать разделение познавательных ключевых УУД на базовые логические, базовые исследовательские и общеучебные (действия по работе с информацией). Познавательные общеучебные действия направлены на поиск необходимой информации, структурирование информации и знаний, на выполнение знаково-символических действий (в том числе моделирования), на выбор способов решения задач. Познавательные логические учебные действия необходимы для формирования общих способов интеллектуальной деятельности, характерных для математики: сравнения, подведения под понятие, анализа и синтеза, выведения следствий, установления причинно-следственных связей, построения логической цепи рассуждения (Боженкова, 2016). Познавательные исследовательские действия – это действия, связанные с поиском решения проблемы средствами математики. Проблему будем понимать в контексте проблемного подхода: проблема - это проблемная ситуация, принятая субъектом к решению на основе имеющегося фонда знаний, умений и опыта поиска; проблемная ситуация – явно или смутно осознанное субъектом затруднение, преодоление которого требует творческого поиска новых знаний, новых способов и действий (Лернер, 2003).

Описание структуры и состава ключевых ПУУД представим в виде таблицы (таблица 1).

Таблица 1.

Структура и состав ключевых ПУУД

Познавательные универсальные учебные действия	**Состав ключевых познавательных универсальных учебных действий**
Базовые логические (действия, связанные с общими способами умственной деятельности)	– сравнение объектов по существенным признакам, – определение понятия по его существенным свойствам, – установление причинно-следственных связей, – выстраивание цепочки логических рассуждений, – формулирование вывода (с использованием индукции, дедукции и аналогии).
Базовые исследовательские (действия, связанные с поиском решения проблемы)	– вербализация проблемы, в том числе с помощью вопросно-ответных процедур, – критический анализ условий задачи, – выдвижение и обоснование гипотезы, – экспериментирование, в том числе с использованием программ динамической математики, – решение задачи разными способами, в том числе с использованием программ динамической математики.
Общеучебные (действия, связанные с поиском, анализом, интерпретацией учебной информации)	– перевод информации из текстового представления в графическое или формализованное (символьное); или наоборот, – структурирование учебной информации, – поиск учебной информации в различных источниках, включая цифровые ресурсы, – интерпретация и оценивание математических результатов в различных контекстах, – моделирование.

Определим состав ключевых регулятивных УУД, принимая за основу мнение авторов концепции универсальных учебных действий: регулятивные УУД обеспечивают организацию учебной деятельности обучающегося, – и представим систему ключевых РУУД как базу математической деятельности в логике ее развертывания (рис.3).

Рис.3. Соответствие этапов математической деятельности и ключевых РУУД

Примем идею, предложенную в исследовании Е.А. Бараковой о том, что регулятивные универсальные учебные действия обеспечивают формирование саморегуляции личности в процессе решения учебных задач (Баракова, 2021). Под учебной задачей в математике понимают цель учебной деятельности по овладению обобщенными способами действий, например, обобщенной деятельностью при освоении понятий (подводить объект под понятие, выделять существенные и несущественные признаки понятий, формулировать определение), открытии и доказательстве теорем (проводить наблюдения и экспериментирование, формулировать утверждение, составлять план доказательства, анализировать строгость доказательства), решении задач (проводить целенаправленный поиск решения задачи, рассматривать частные случаи и т.д.), овладение каким-либо общим приемом или методом и т.д. В таблице 3 представлен состав ключевых регулятивных УУД в контексте понятия “учебная задача”.

Таблица 2.

Структура и состав ключевых РУУД

Регулятивные универсальные учебные действия	**Состав ключевых регулятивных универсальных учебных действий**
Самоорганизация	– определение и формулирование цели деятельности, позволяющей решать учебную задачу, – самостоятельное составление алгоритма решения учебной задачи, – составление плана действий (план реализации намеченного алгоритма решения), – корректировка предложенного алгоритма решения учебной задачи.
Самоконтроль	– владение способами самоконтроля, самомотивации и рефлексии, – прогнозирование процесса решения учебной задачи, – оценка соответствия результата цели и условиям учебной задачи.

Аналогично определяем состав ключевых коммуникативных УУД, соотнося их с этапами математической деятельности и логикой ее развертывания (рис. 4).

Рис.4. Соответствие этапов математической деятельности и ключевых КУУД

Коммуникативные универсальные учебные действия условно разделены на две группы. *Первую группу коммуникативных УУД* составляют действия, которые являются средством общения и взаимодействия, т.е. умение представлять и сообщать в устной и письменной формах свои и другие мнения и взгляды; использовать речевые средства для дискуссии и аргументации своей позиции. Во *вторую группу коммуникативных УУД* входят действия, с помощью которых осуществляется совместная деятельность общения и сотрудничество.

Таким образом, мы выделяем следующие ключевые коммуникативные универсальные учебные действия (КУУД) (таблица 3).

Таблица 3.

Структура и состав ключевых КУУД

Коммуникативные универсальные учебные действия	**Состав ключевые коммуникативных универсальных учебных действий**
Общение	– формулирование вопросов и ответов на всех этапах математической деятельности, – устная и письменная монологическая, математически грамотная речь, – речевое общение, участие в диалоге в процессе решения учебной задачи, – публичное представление результатов математической деятельности.
Совместная деятельность	– планирование взаимодействия в группе в процессе математической деятельности, – реализация взаимодействия в группе в процессе математической деятельности, – оценивание результатов взаимодействия в группе в процессе математической деятельности.

Заметим, что выделенный состав ключевых коммуникативных УУД соотносится со всеми этапами математической деятельности и предполагает как офлайн, так и онлайн формат.

Таким образом, конкретизация структурно-содержательной модели ключевых УУД по выделенным блокам позволит не только оценить эффективность образовательного процесса, нацеленного на формирование рассматриваемых действий в процессе математической подготовки, но и проследить динамику становления обучающегося как субъекта познавательной, исследовательской и творческой деятельности, оценив сформированность необходимых для этого умений на различных этапах математической подготовки в основной школе.

Список литературы

PISA 2018 Assessment and Analytical Framework. OECD, 2019. OECD Publishing, Paris. 308 p.

Азимов Э.Г., Щукин А.Н. Новый словарь методических терминов и понятий (теория и практика обучения языкам). М.: Икар, 2009.

Асмолов А.Г., Бурменская Г.В., Володарская И.В. и др. Формирование универсальных учебных действий в основной школе: от действия к мысли. М.: Просвещение, 2011.

Асмолов, А.Г. Системно-деятельностный подход в разработке стандартов нового поколения // Педагогика. 2009. №4. С. 18-22.

Байдак В.А. Теория и методика обучения математике: наука, учебная дисциплина. М.: Флинта, 2016.

Баракова Е.А. Формирование регулятивных универсальных учебных действий школьников при обучении математике: дис…. канд. пед. наук. Орел, 2021.

Боженкова Л.И. Методика формирования универсальных учебных действий при обучении алгебре. М.: Лаборатория знаний, 2016.

Боженкова Л.И. Методика формирования универсальных учебных действий при обучении геометрии. М.: Бином. Лаборатория знаний, 2015.

Бороненко Т.А., Кайсина А.В., Федотова В.С. Концептуальная модель понятия цифровой грамотности // Перспективы науки и образования. 2020. № 4 (46). С. 47-73. DOI: 10.32744/pse.2020.4.4.

Вершловский С.Г., Матюшкина М.Д. Функциональная грамотность выпускников школ // Социологические исследования. 2007. № 5. С. 140-144.

Воровщиков С.Г., Татьянченко Д.В, Орлова Е.В. Универсальные учебные действия: внутришкольная система формирования и развития. М.: Перспектива, 2014.

Гаврилюк А.С. Бипредметный мониторинг уровня сформированности познавательных универсальных учебных действий обучающихся 7-9 классов в процессе обучения математике: дис. ... канд. пед. наук. Красноярск: СФУ, 2021.

Дарджания А.Д. Критерии и уровни сформированности организационно-управленческих умений у студентов профессионального колледжа // Молодой ученый. 2009. № 11. С. 273–276.

Ельцова О.В., Емельянова М.В. К вопросу о понятии цифровой грамотности // Вестник Чувашского государственного педагогического университета им. И.Я. Яковлева. 2020. № 1 (106). С. 155 – 161. DOI: 10.37972/chgpu 2020.79.44.020.

Епишева О.Б., Крупич В.И. Учить школьников учиться математике: Формирование приемов учебной деятельности. М.: Просвещение, 1990.

Зеер Э.Ф., Церковникова Н.Г., Третьякова В.С. Цифровое поколение в конеткcте прогнозирования профессионального будущего // Образование и наука. 2021. Т. 23. № 6. С. 153-184. DOI: 10.17853/1994-5639-2021-6-153-184

Иванова Т.А. Теория и технология обучения математике в средней школе. Н. Новгород: НГПУ, 2009.

Иванова Т.А., Симонова О.В. Структура математической грамотности школьников в контексте формирования их функциональной грамотности // Вестник Вятского государственного университета. 2009. № 1-1. С.125-129

Ильина Т.А. Структурно-системный подход к организации обучения. М.: Знание, 1972.

Ковалева Г.С. PISA – 2003: Результаты международного исследования // Школьные технологии. 2005. № 2. С.37–43.

Колягин Ю.М. Задачи в обучении математике. В 2 ч. Ч.2. Обучение математике через задачи и обучение решению задач. М.: Просвещение, 1977.

Концепция направления “математическая грамотность” исследования PISA – 2021. [сайт]. URL: https://fioco.ru/Contents/Item/Display/2201978 (дата обращения 20.04.2022)

Лернер И.Я. Дидактические основы методов обучения. М.: Педагогика, 1981.

Образовательная система “Школа 2100”. Педагогика здравого смысла. Под ред. А.А. Леонтьева. М.: Баласс, 2003.

Петерсон Л.С, Кубышева М.А. Разработка концепции учебной деятельности в контексте общих методологических категорий и ее реализация в системе непрерывного математического образования (дошкольное образование, начальная и основная школа // Инновационные проекты и программы в образовании. 2018. № 3. С.69-76.

Подлипский О.К. Функциональная грамотность как направление развития математического образования в школе // Мир науки, культуры, образования. 2020. № 6 (85). С.104-106. DOI: 10.24412/1991-5500-2020-685-104-106.

Приказ Минобрнауки России от 31.05.2021 № 287 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта основного общего образования». URL: http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202107050027 (дата обращения: 20.04.2022)

Рослова Л.О., Краснянская К.А., Квитко Е.С. Концептуальные основы формирования и оценки математической грамотности // Отечественная и зарубежная педагогика. 2019. Т.1. № 4 (61). С.58 – 79.

Столяр А.А. Педагогика математики. Минск: Вышэйшая школа, 1986.

Таганян С.А. “Новая грамотность” в развитых странах // Советская педагогика. 1990. № 1. С. 3-17.

Тумашева О.В., Шашкина М.Б. Средства формирования и оценивания метапредметных результатов обучающихся поколения Z // Азимут научных исследований: педагогика и психология. 2020. Т.9. № 1 (30). С. 285 – 289. DOI: 10.26140/anip-2020-0901-0067

Фирер А.В. Развитие познавательных универсальных учебных действий учащихся основной школы при обучении понятиям функциональной линии алгебры средствами визуализации: дис…. канд. пед. наук. Омск, 2018.

Хуторской А.В. Метапредметный подход к проектированию образования // Вестник Института образования человека. 2019. №2. С. 6. URL: https://eidosinstitute.ru/journal/2019/200/ .

Шкерина Л.В., Кейв М.А., Берсенева О.В., Журавлева Н.А. Мониторинг уровня сформированности метапредметных результатов обучения математике в 5 классах. Красноярск, 2018.

MATHEMATICAL ACTIVITY AS A BASIS FOR MODELING KEY UNIVERSAL EDUCATIONAL ACTIONS OF PRIMARY SCHOOL STUDENTS

Pozdnyakova E. V.
Dr. Sci. (Pedagogy), associate professor
suppes@li.ru
Novokuznetsk

Kuzbass Humanitarian and Pedagogical Institute of Kemerovo State University

Abstract. The activity paradigm of education actualizes the development of a student's personality based on the study of universal ways of knowing the world, defined as universal educational actions (UEA). The analysis of psychological, pedagogical and methodological studies devoted to the problems of the definition and structure of UUD allows us to conclude that it is advisable to divide these actions into groups of cognitive, regulatory and communicative, however, it is obvious that there is variability in the definition of structural elements of the selected groups of actions by different authors; there is an undesirable intersection of different types of UEA, which complicates the process of their formation and diagnosis. Therefore, it is necessary to clearly define which UMS are to be formed, and in the future, and diagnosed in the process of teaching specific academic subjects, including mathematics. The author suggests the idea of the expediency of defining universal educational actions (called key ones) that have a dual characteristic: on the one hand, they can be successfully formed with the help of the subject area “mathematics”, and on the other hand, they ensure the achievement of subject results in mathematics and readiness to apply mathematical knowledge in other subject areas and everyday life. To build a structural and meaningful model of these actions, its conceptual foundations are defined: a systematic approach, a system-activity approach, the concept of mathematical activity, the concept of mathematical literacy. This made it possible to construct a definition of key universal educational actions and formulate the principles of designing a structural and meaningful model of these actions: consistency, compliance with the goals of mathematical training of students of the basic school, priority of mathematical activity, completeness and dynamism. The description of the interrelated components (blocks) of the model is given: target, theoretical and methodological, substantive and criterion-evaluative. An example of the specification of the component of the model “Key cognitive UEA" (content block) is shown. The conclusion is made about the possibilities of this model in assessing the effectiveness of the educational process aimed at the formation of key UEA, and tracking the dynamics of the formation of a student as a subject of research and creative activity in the process of mathematical training.

Keywords: universal learning activities, mathematical preparation, mathematical activity, mathematical literacy, key cognitive universal learning activities.

References

PISA 2018 Assessment and Analytical Framework. OECD, 2019. OECD Publishing, Paris. 308 p.

Azimov, E. G., Shchukin, A. N. (2009). *Novyj slovar' metodicheskih terminov i ponyatij (teoriya i praktika obucheniya yazykam).* Moscow: Icar. (In Russ).

Asmolov, A. G., Burmenskaya, G. V., Volodarskaya, I. V., etc. (2011). *Formirovanie universal'nyh uchebnyh dejstvij v osnovnoj shkole: ot dejstviya k mysli.* Moscow: Prosveshchenie. (In Russ).

Asmolov, A. G. (2009). Systematic and activity approach to the development of the new generation standards. *Pedagogy,* 4, 18-22. (In Russ., abstract in Eng.).

Baidak, V. A. (2016). *Teoriya i metodika obucheniya matematike: nauka, uchebnaya disciplina. Moscow: Flinta.* (In Russ).

Barashkova, E. A. (2021). *Formirovanie regulyativnyh universal'nyh uchebnyh dejstvij shkol'nikov pri obuchenii matematike* [Doctoral Dissertation]. Orel. (In Russ.)

Bozhenkova, L. I. (2016). *Metodika formirovaniya universal'nyh uchebnyh dejstvij pri obuchenii algebre.* Moscow: Laboratoriya znanij. (In Russ).

Bozhenkova, L. I. (2015). *Metodika formirovaniya universal'nyh uchebnyh dejstvij pri obuchenii geometrii.* Moscow: Binom. Laboratoriya znanij. (In Russ).

Boronenko, T. A., Kaisina, A. V., Fedotova, V. S. (2020). Conceptual model of the concept of digital literacy. *Perspectives of Science and Education*, 46 (4), 47-73. doi: 10.32744/pse.2020.4.4 (In Russ., abstract in Eng.).

Darjania, A. D. (2009). Kriterii i urovni sformirovannosti organizacionno-upravlencheskih umenij u studentov professional'nogo kolledzha. *Molodoj uchenyj*, 11, 273-276.

Eltsova, O. V., Emelyanova, M. V. (2020). On the concept of digital literacy. *Yakovlev Chuvash Pedagogical University Bulletin,* 1 (106), 155 – 161. DOI: 10.37972/chgpu 2020.79.44.020. (In Russ., abstract in Eng.).

Episheva, O. B., Krupich, V. I. (1990). *Uchit' shkol'nikov uchit'sya matematike: Formirovanie priemov uchebnoj deyatel'nosti.* Moscow: Prosveshchenie. (In Russ).

Firer, A. V. (2018). *Razvitie poznavatel'nyh universal'nyh uchebnyh dejstvij uchashchihsya osnovnoj shkoly pri obuchenii ponyatiyam funkcional'noj linii algebry sredstvami vizualizacii* [Doctoral Dissertation]. Omsk. (In Russ.).

Gavrilyuk, A. S. (2021). *Bipredmetnyj monitoring urovnya sformirovannosti poznavatel'nyh universal'nyh uchebnyh dejstvij obuchayushchihsya 7-9 klassov v processe obucheniya matematike* [Doctoral Dissertation]. Krasnoyarsk. (In Russ.).

Hutorskoj, A. V. (2019). Metapredmetnyj podhod k proektirovaniyu obrazovaniya. *Vestnik Instituta obrazovaniya cheloveka*, 2, 6. Retrieved from https://eidosinstitute.ru/journal/2019/200/.(In Russ., abstract in Eng.).

Ivanova, T. A. (2009). *Teoriya i tekhnologiya obucheniya matematike v srednej shkole.* Nizhnij Novgorod: NGPU. (In Russ).

Ivanova, T. A., Simonova, O. V. (2009). Struktura matematicheskoj gramotnosti shkol'nikov v kontekste formirovaniya ih funkcional'noj gramotnosti. *Vestnik Vyatskogo gosudarstvennogo universiteta,* 1-1, 125-129. (In Russ., abstract in Eng.).

Kolyagin, Yu. M. (1977). *Zadachi v obuchenii matematike. Obuchenie matematike cherez zadachi i obuchenie resheniyu zadach.* Moscow: Prosveshchenie. (In Russ).

Koncepciya napravleniya "matematicheskaya gramotnost" issledovaniya PISA (2021). URL: https://fioco.ru/Contents/Item/Display/2201978. (In Russ).

Kovaleva, G. S. (2005). PISA – 2003: Rezul'taty mezhdunarodnogo issledovaniya. *Shkol'nye tekhnologii*, 2, 37-43.

Lerner, I. Ya. (1981). *Didakticheskie osnovy metodov obucheniya.* Moscow: Pedagogika. (In Russ).

Leontiev, A. A. (2003). *Obrazovatel'naya sistema "SHkola 2100". Pedagogika zdravogo smysla.* Moscow: Balass. (In Russ).

Peterson, L. S., Kubysheva, M. A. (2018). Razrabotka koncepcii uchebnoj deyatel'nosti v kontekste obshchih metodologicheskih kategorij i ee realizaciya v sisteme nepreryvnogo matematicheskogo obrazovaniya (doshkol'noe obrazovanie, nachal'naya i osnovnaya shkola. *Innovacionnye proekty i programmy v obrazovanii*, 3, 69-76. (In Russ., abstract in Eng.).

Podlipsky, O. K. (2020). Funkcional'naya gramotnost' kak napravlenie razvitiya matematicheskogo obrazovaniya v shkole. *Mir nauki, kul'tury, obrazovaniya*, 6(85), 104-106. DOI: 10.24412/1991-5500-2020-685-104-106. (In Russ., abstract in Eng.).

Prikaz Minobrnauki Rossii ot 31.05.2021 N 287. Ob utverzhdenii federal'nogo gosudarstvennogo obrazovatel'nogo standarta osnovnogo obshchego obrazovaniya (2021) [Order of the Ministry of Education and Science of Russia of 05/31/2021 № 287. On approval of the federal state educational standard of basic general education]. Retrieved from http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202107050027. (In Russ.).

Roslova, L. O., Krasnianskaya, K. A., Kvitko, E .S. (2019). Konceptual'nye osnovy formirovaniya i ocenki matematicheskoj gramotnosti. *Otechestvennaya i zarubezhnaya pedagogika*, 1, 4(61), 58-79. (In Russ., abstract in Eng.).

Shkerina, L. V., Cave, M. A., Berseneva, O. V., Zhuravleva, N. A. (2018). *Monitoring urovnya sformirovannosti metapredmetnyh rezul'tatov obucheniya matematike v 5 klassah.* Krasnoyarsk. (In Russ.).

Stolyar, A. A. (1986). *Pedagogika matematiki.* Minsk: Vyshejshaya shkola. (In Russ).

Taganyan, S. A. (1990). "Novaya gramotnost'" v razvityh stranah. *Sovetskaya pedagogika*, 1, 3-17. (In Russ).

Tumasheva, O. V., Shashkina, M. B. (2020). Formation and evaluation means meta-subject educational results of students generation z. *Azimuth of Scientific Research: Pedagogy and Psychology.* 9, 1(30), 285-289. 10.26140/anip-2020-0901-0067 (In Russ., abstract in Eng.)

Vershlovsky, S. G., Matyushkina, M. D. (2007). Funkcional'naya gramotnost' vypusknikov shkol. *Sociologicheskie issledovaniya,* 5, 140-144. (In Russ).

Vorovshchikov, S. G., Tatianchenko. D. V., Orlova, E.V. (2014). *Universal'nye uchebnye dejstviya: vnutrishkol'naya sistema formirovaniya i razvitiya.* Moscow: Perspektiva. (In Russ).

Zeer, E. F., Tserkovnikova, N. G., Tretyakova, V. S. (2021). Digital generation in the context of predicting the professional future. *The Education and Science Journal*, 23(6), 153-1849. DOI: 10.17853/1994-5639-2021-6-153-184 (In Russ., abstract in Eng.).

DOI: 10.24888/2500-1957-2022-2-57-68

УДК 372.851

МОДЕЛЬ ФОРМИРОВАНИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ШКОЛЬНИКОВ ПРИ УГЛУБЛЕННОМ ОБУЧЕНИИ МАТЕМАТИКЕ В ЦИФРОВОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЕ

Смирнов Евгений Иванович
д.п.н., профессор
smiei@mail.ru
г. Ярославль
Ярославский государственный педагогический университет им. К. Д. Ушинского

Попова Татьяна Спартаковна
tatiyik_sp@mail.ru
Республика Саха (Якутия)
МБОУ «Майинский лицей им. И.Г. Тимофеева»

Аннотация. Основная школа играет роль переходного этапа к углубленному изучению математики в старших классах. В 7 классе происходит этап подготовки, в 8-9 классах характерна «ранняя профилизация», предусматривающая изменение учебной программы и увеличение количества уроков алгебры и геометрии с 8 класса. Развивающая цель обучения на этом этапе состоит в формировании у обучающихся устойчивого интереса к предмету, выявлении и развитии математических способностей. Однако, главным отличием данной стадии развития математического образования в основной школе от всех предыдущих является то, что переход к новому качеству результатов образования не может осуществляться стихийно в отсутствии инновационных решений в организации учебного процесса. Поэтому *проблема исследования* – как на основе переосмысления содержания и традиционных методов обучения математике в основной школе реализовать поиск определения новых подходов к построению модели формирования самостоятельной обобщающей деятельности обучающихся по освоению уровневого сложного знания в насыщенной информационно-образовательной среде. *Задачи исследования* – необходимость построения в основной школе модели формирования опыта познавательной самостоятельной деятельности обучающихся в цифровой образовательной среде на основе углубленного обучения математике уровневого сложного знания. Освоение последнего конструкта в классах с углубленным обучении математике в основной школе оказывается непосредственно связанным с использованием в обучении математике компьютерных и экспериментальных методов на основе системно-деятельностного подхода, а также с самоопределением, самоорганизацией и самореализацией обучающихся в контексте учета их личностных предпочтений.

Ключевые слова: самостоятельная деятельность, углубленное изучение математики, цифровая образовательная среда, моделирование.

Благодарности: Работа подготовлена в рамках государственного задания Министерства просвещения РФ на НИР «Механизм научно-методического сопровождения педагогов по вопросам формирования функциональной грамотности школьников: трансфер образовательных технологий» (073-00109-22-01).

Введение

Углубленное изучение математических теорий содействует овладению обучающимися новыми методами изучения явлений и процессов окружающего мира, а также позволяет раскрыть взаимосвязи курса школьной математики с современной наукой. Проблема совершенствования методики обучения математике в классах с углубленным изучением предмета в основной школе в условиях цифровой образовательной среды остается актуальной в современный период модернизации математического образования в России. Пути решения данной проблемы позволили бы приблизить содержание школьной математики к наиболее важным и образовательно-ценным достижениям современной науки, способствовали бы повышению уровня математической подготовки и формированию познавательной самостоятельной деятельности обучающихся.

Анализ педагогических и психологических концепций показал, что развитие познавательной самостоятельности связано со способностью к обобщению как интеллектуальной операции мышления, развитие которой связано с умственным экспериментированием на основе множественного целеполагания и вариативности способов когнитивной деятельности; оно есть одно из самых важных средств самоорганизации познавательной деятельности, то есть, самостоятельного расширения и углубления опыта оперирования и интерпретации знаниями в направлении поиска их обобщенной сущности, в том числе, через решение практико-ориентированных задач и многоэтапных математико-информационных заданий в интерактивной информационно-образовательной среде (Смирнов, 2012). Обобщение способствует реализации внутри предметных связей (определение связей, объединяющих элементы в единое целое в пределах темы, раздела, предмета); также появляется необходимость в углублении и расширении содержания обучения математике: появление новых знаний на основе обобщения понятий через решение задач (Аксенов, 2018; Давыдов, 2008; Садовничий, 2010; Санина, 2010).

Поэтому реализацию развивающих возможностей организации процесса обобщения знаний в обучении математике логично осуществлять не посредством решения большого количества разрозненных задач, а с помощью специально созданной структурно-функциональной модели формирования опыта познавательной самостоятельной деятельности обучающихся в ходе углубленного обучения математике в насыщенной цифровой образовательной среде основной школы.

Обзор литературы и методология

Отечественная школа обладает большим опытом в разработке и реализации углубленного обучения математике в средней школе. В рассматриваемом контексте можно отметить работы М.Б. Балка, Н.Я. Виленкина, О.Б. Епишевой, Н.Г. Миндюк, В.М. Монахова, В.А. Смирнова, В.В. Фирсова, С.И. Щварцбурда и др. В настоящее время в методической литературе представлено значительное количество исследований, посвященных особенностям усвоения знаний в обучении математике учащихся основной школы (П.Л. Гальперин, В.А. Гусев, В.В. Давыдов, А.Н. Леонтьев, И.Я. Лернер, М.И. Махмутов, Н.Ф. Талызина, А.В. Усова, В.П. Седякин, М.А. Холодная, И.С. Якиманская и др.). Развитием различных качеств личности в процессе обучения математике занимались Ф.С. Авдеев, В.И. Андреев, В.В. Афанасьев, В.И. Горбачёв, Н.С. Лейтес, В.А. Тестов, и др. В.А. Гусев, М. Клякля, Г.Л. Луканкин, В.М. Монахов, А.Г. Мордкович, В.С. Секованов, Е.И. Смирнов, В.Д. Селютин, М.В. Шабанова и др. рассматривали развитие творческих способностей в процессе обучения математике.

Принцип фундаментализации (теоретического обобщения) в обучении математике и вопросы обобщения знаний на разных этапах обучения математике в школе рассматривался в диссертациях Е.Н. Буншафт, М.И. Зайкина, Д. Икрамова, В.А. Оганесяна, Г.Л. Луканкина, Е.И. Саниной, Е.И. Смирнова, В.А. Тестова, Г.Г. Хамова, А.В. Якубова и других.

Наиболее близкими к нашей проблеме оказываются авторы работ, описывающие различные методы формирования самостоятельной деятельности школьников и студентов в образовательной информационной среде: диссертационные исследования Г.А. Алексанян (2015), А.Х. Андреева (2008), И.Г. Захаровой (2003), С.В. Зенкиной (2007), С.Н. Позднякова (1998), А.В. Сафонова (2006), С.В. Митрохиной (2009), Т.А. Куликовой (2011), С.В. Митрохиной (2010), С.В. Напалкова (2013), Н.Н. Тана (2014) и др.

В представленных в обзоре литературы работах, раскрывается сущность понятия обобщения знаний как дидактической категории. Рассматриваются психологопедагогические основы обучения математике в основной школе в контексте системно-деятельностного подхода, развитие обобщенных способов деятельности в условиях информационно-образовательной среды. Определяются историогенезис, сущность и функции обобщения знаний в развитии учебно-познавательной деятельности обучающихся. Выявляются педагогические условия обобщения математических знаний (личностные, методические, организационно-технологические) в ходе углубленного обучения математике в основной школе, активизирующие познавательную самостоятельную деятельность обучающихся. Дано обоснование возможностей использования обобщения знаний с целью развития познавательной самостоятельной деятельности обучающихся при углубленном изучении математики в основной школе. Выявляются особенности развития познавательной самостоятельности обучающихся в классах с углубленным изучением математики в основной школе. Рассматриваются этапы фундирования и уровни сформированности опыта познавательной самостоятельной деятельности обучающихся, обосновываются уровни, показатели и критерии их оценки и их характеристики (Далингер, 2016; Пустовойтов, 2012; Рубинштейн, 1958; Рубинштейн, 1979; Санина, 2020; Смирнов, 2012; Талызина, 1998).

Результаты

Рассматривая математику как определенную культуру, прежде всего, связанную с человеческой деятельностью, в частности, познавательной, мы исходим из того, что в математической науке деятельность по получению нового знания и результат этой деятельности выступают как равноправные компоненты. В.А. Крутецкий отмечает, что «глубокое самостоятельное и творческие изучение математики является предпосылкой развития способностей к творческой математической деятельности: самостоятельной постановке проблем и нахождению путей и методов их решения, имеющих новое и общественно-значимое содержание» (Крутецкий, 1998).

Необходимость построения модели формирования опыта познавательной самостоятельной деятельности обучающихся при углубленном обучении математике основной школы в цифровой образовательной среде диктуется следующими соображениями:

1. У многих обучающихся наблюдается преобладание формальных знаний по математике над освоением содержательной сущности понятий.

2. Нужна переориентировка организации образовательного процесса в сторону личностно-деятельностного подхода и учета личностных предпочтений и самореализации обучающихся в углубленном обучении математике на основе теоретического и эмпирического обобщения.

3. Расширились информационно-технологические возможности обеспечения углубленного обучения математике с использованием компьютерных и экспериментальных методов в насыщенной информационно-образовательной среде с эффектом развития познавательной самостоятельной деятельности, овладения математической и информационной культурой, развития навыков универсальных учебных действий интеллектуальных операций мышления обучающихся.

Рассмотрим структурно-функциональную модель формирования опыта познавательной самостоятельной деятельности обучающихся при углубленном обучении математике основной школы в цифровой образовательной среде.

В современной педагогике под моделью понимают, с одной стороны, «специально созданную форму объекта для воспроизведения некоторых характеристик подлинного объекта, подлежащего познанию» (Дворяткина, 2012), с другой – «мысленно представляемая или материально реализованная система, которая, отображая или воспроизводя объект исследования, способна замещать его так, что ее изучение дает нам новую информацию об этом объекте» (Дворяткина, 2012; Смирнов, 1997; Штофф, 1966). При конструировании модели главная задача заключается в том, чтобы, «используя в единстве и целостности разнообразные методы, обеспечить гибкость системы, сделать ее способной быстро реагировать, приспосабливаться к постоянно изменяющимся условиям» (Леонтьев, 1975; Лернер, 1980; Санина, 2010). При этом компоненты предлагаемой модели должны раскрывать внутреннюю организацию процесса организации самостоятельной работы обучающихся со сложным знанием (Концепция развития…Якутии, 2016; Санина, 2020).

Задачи современного обучения математике в основной школе:

1. Актуализация «проблемных зон» и ликвидация пробелов в знаниях, умениях, навыках, формирование компетенций;
2. Обеспечение углубленными и прочными знаниями и приемами познавательной деятельности обучающихся о базовых учебных элементах, их свойствах и умениями применять в решении различных математических задач (в том числе, практико-ориентированных);
3. Обучение школьников обобщённым способам мыслительной деятельности на основе множественного целеполагания и развертывания спирали фундирования в освоении уровневого сложного знания;
4. Установка к непрерывному образованию в условиях поддержки информационно-образовательных сред освоения уровневого и сложного математического знания.

В качестве примера нами представлена методика обобщающего повторения содержательной линии понятия числа, которая преследует цели:

1. Обозрение основных понятий, ведущих идей содержательной линии; эволюции понятий, их развития, их теоретических и практических приложений.
2. Углубление и расширение знаний, умений и компетенций обучающихся по основным вопросам интерпретации фундирующих модусов содержательной линии математики в процессе обобщающего повторения.
3. Присоединение к повторяемому материалу новых знаний на основе наглядного моделирования, внутри предметных связей, вариативности, интерпретации и различных сочетаний ранее изученного материала, допускаемыми программой с целью углубления его содержания (Колягин, 1977а; Колягин, 1977б; Попова, 2018).

Также предлагается модель углубленного обучения математике на основе обобщения математических знаний, призванная обеспечить развитие мышления и качеств личности обучающихся.

Структурно-функциональная модель углубленного обучения математике, направленная на обобщение математических знаний обучающихся как средства формирования и развития самостоятельной познавательной деятельности, состоит из взаимосвязанных компонентов: мотивационного, содержательно-технологического, структурно-логического и контрольно-оценочного:

– *мотивационный* компонент нацелен на актуализацию знаний, определение «проблемных зон» обучения математике, потребность в углублении и расширении знаний и процедур, необходимость использования насыщенной информационно-образовательной среды, историогенезис и практическое применение знаний;

– *содержательно-технологический* компонент обобщения знаний имеет блочно-модульное построение и уровневое строение, базирующееся на концепциях фундирования опыта личности и наглядного моделирования объектов и процедур в насыщенной информационно-образовательной среде. Модули представляют собой логически завершенные и взаимосвязанные части содержания учебного материала, подлежащие изучению за определенный промежуток времени и направленные на содержательное обобщение и развертывание иерархических комплексов практико-ориентированных заданий.

– *структурно-логический* компонент представлен цепочкой действий в логике познавательной самостоятельности обучающихся от постановки проблемы к осознанию недостаточности знаний, через анализ имеющихся знаний к осмыслению новой ситуации и изучение новых связей между объектами, преобразование и обобщение, переход к новому уровню функционирования систематизированных знаний.

– *контрольно-оценочный* компонент определяет обобщенный контроль знаний и сформированность УУД и основан на инновационных технологиях обучения математике в процессе обобщения знаний: проектная деятельность, кейс-технология, технология веб-квест, мастерская знаний, технология открытых задач, работы в режиме онлайн и т.д.

Конкретизация моделируемых процессов раскрывается на примере методики обобщения числовой линии при переходе к углубленному изучению математики в старших классах. Первый этап освоения дидактической спирали фундирования понятия числа представлен в виде веб-квеста, содержащего комплекс прикладных и практико-ориентированных задач. Для данного этапа характерны задачи на повторение и расширение знаний по теме «Числа» по истории чисел, законы арифметики, занимательной математики, задания на применение имеющихся знаний при решении новых задач, творческие проекты по созданию электронного справочника на базе web-технологий.

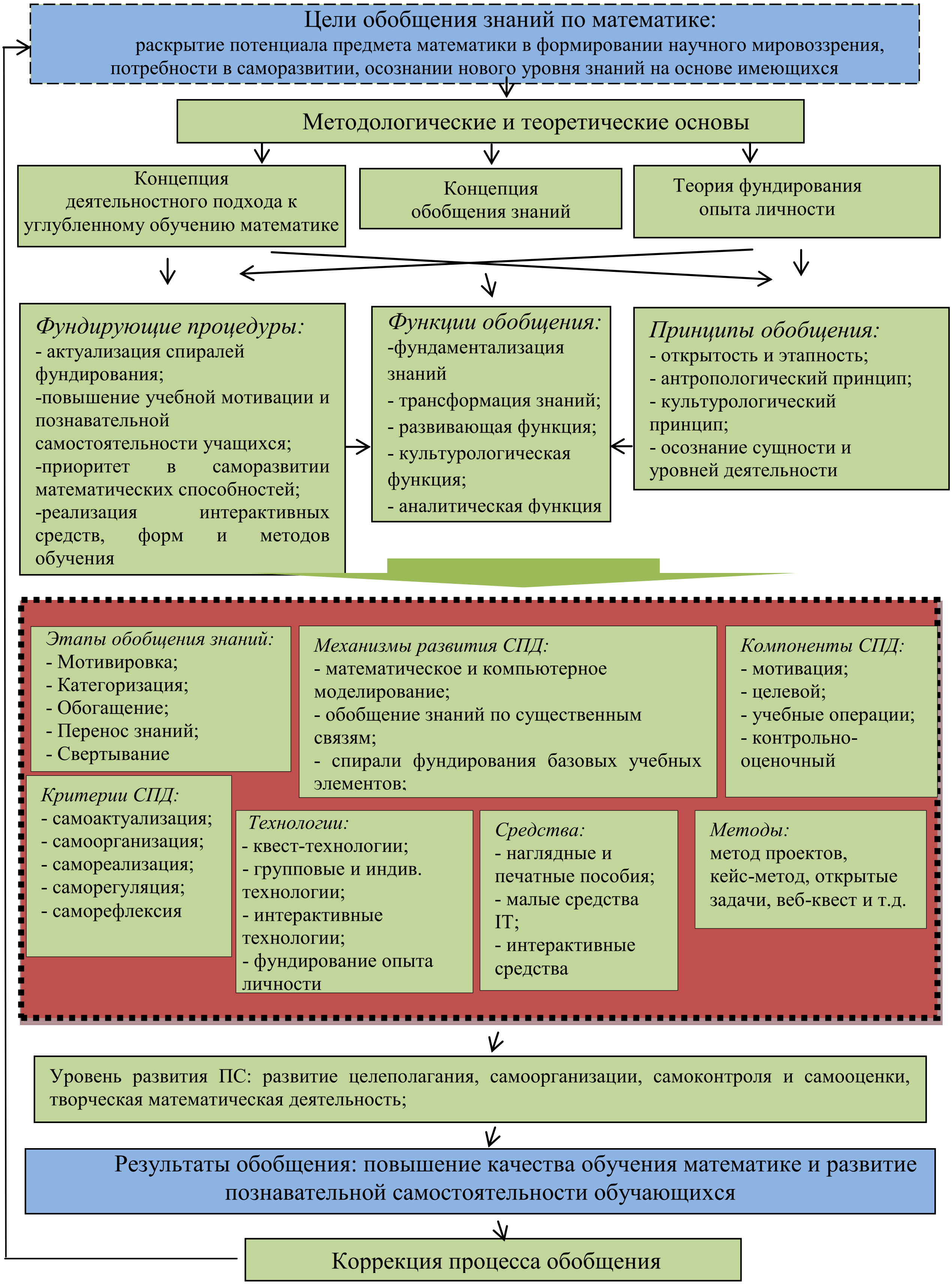

Рисунок 1. Структурно-функциональная модель углубленного обучения математике на основе обобщения знаний

Проектная работа над созданием электронного справочника нацелена, во-первых, на углубление знаний, навыков и способов деятельности в области информационно-коммуникационных технологий, на овладение умениями систематизировать, обобщать и извлекать знания из информации.

Формирование и оснащение следующего витка дидактической спирали фундирования понятия числа осуществляется через технологию «Кейс-стади», содержание которой связано с построением и исследованием модельных ситуаций, в основу которых кладутся реальные события и факты, встречающиеся и возможные в повседневной деятельности людей, при этом информация представлена в произвольной форме и может быть избыточной, а проблема точно не определенной. комплекс задач состоит из практических, обучающих и исследовательских кейсов из истории математики, экономического содержания и дополнительным углубленным темам математики. Завершает дидактическую спираль фундирования понятия числа элективный курс «Числа и вычисления». Комплекс задач представлен по уровням сложности по основным тематическим модулям.

Таким образом, глобальное фундирование понятия числа в ходе углубленного обучения математике разворачивается через интерактивный метод обучения, где начальным звеном является школьный учебный элемент, а конечным – теоретическое обобщение и расширение практического опыта формирования и развития познавательной самостоятельности (Артюхина, 2019; Артюхина, 2021; Долгоруков, 2006; Колмогоров, 1990; Попова, 2020; Смирнов, 2012).

Обобщение и систематизация знаний является необходимым условием для развития познавательной и практической деятельности учащихся в информационно-образовательной среде. При этом эффективность обобщения и систематизации знаний можно повысить через применение информационно-коммуникативных технологий за счет усиления наглядности демонстрации учебного материала; интеграции и дифференциации процесса обучения, обеспечения объективности контроля, оценки знаний, умений и навыков (Вонгвуттиват, 2020).

Рассмотрим реализацию модели организации обучения математике, направленного на формирование самостоятельной познавательной деятельности в процессе обобщения и систематизации знаний учащихся при углубленном изучении математики на примере веб-квеста «Приемы быстрого вычисления» (Артюхина, 2019; Артюхина, 2021; Лернер, 1980; Попова, 2020). Коммуникативный компонент является связующим звеном в пространстве межличностного взаимодействия обучаемого с информационной образовательной средой, с учителем и учащимися. Рефлексивный компонент: создаются условия для развития навыков правильно оценивать свои возможности, анализировать действия и самостоятельно принимать решения. Интерактивный компонент реализуется через приобретение опыта использования информационных технологий в индивидуальной и коллективной учебной и познавательной, в том числе проектной деятельности, овладении элементарными методами исторического познания, умениями и навыками работы с различными источниками информации.

Организационно-методический компонент:

Образовательный веб-квест «Магия вычислений», состоящий из трех блоков, предлагается для учащихся 7-9 классов на этапе итогового и межпредметного обобщения знаний. Каждый блок квеста может быть использован как отдельное задание или как один веб-квест.

Цели веб-квеста:

- *Совершенствование целостного представления о числах, вычислительных действиях;*
- *Формирование качеств мышления, характерных для математической деятельности;*
- *Углубление знаний и расширение мировоззренческих представлений учащихся о числах и вычислениях;*
- *Обобщение и систематизация знаний о вычислительных приемах, необходимых для дальнейшего обучения.*

Задачи веб-квеста:

✓ *Обобщение знаний об основных вычислительных приемах посредством знакомства их с различными источниками информации;*

✓ *Совершенствование вычислительных навыков и нахождение рациональных способов вычисления.*

После завершения проекта учащиеся смогут:

Предметные результаты:

– *Уметь проводить математически грамотные числовые преобразования;*
– *Уметь использовать рациональные приемы вычисления при решении задач;*

Метапредметные результаты:

– регулировать собственную деятельность, направленную на познание окружающей действительности;
– иметь навыки использования средств ИКТ для сопровождения интеллектуальной деятельности, у*меть анализировать различные ситуации, выделять главное;*
– осуществлять информационный поиск, оценивать степень значимости источника;
– осознавать правила и нормы взаимодействия со взрослыми и сверстниками;
– проводить анализ найденной информации, делать выводы на основе совокупности отдельных фактов

Владеть математическим стилем мышления и математическим языком;

Уметь планировать и проектировать свою деятельность, оценивать результаты;

Понимать роль математики как фундаментальной науки, являющейся неотъемлемой составляющей науки, общечеловеческой культуры.

Веб-квест «Магия вычислений» состоит из трех блоков.

Содержательный компонент

Таблица 1

Блок	Цель	Главное задание
Исторический экскурс	Расширение знаний об исторических предпосылках развития арифметики у разных народов мира	Выбор роли и выполнение заданий по истории арифметики с помощью интернет-ресурсов. По итогам работы составляют итоговый отчет в виде презентации
Секреты быстрого вычисления	Изучение быстрых и рациональных приемов арифметических вычислений	Выполнение прикладных и творческих заданий по применению различных приемов вычисления. По итогам работы составляют итоговый отчет в виде электронного справочника
Вычислить нельзя оставить	Углубление знаний о математической науке, о разных направлениях занимательной математики	Выполнение заданий с помощью интернет-ресурсов. По итогам работы составляют итоговый творческий отчет в виде образовательного ресурса по заданной теме

Критерии оценивания:

Таблица 2

Блоки	Критерии	Отлично (5 баллов)	Хорошо (4 балла)	Удовлетворительно (3 балла)
Исторический экскурс	Содержание	Максимально полно отражает тему веб-квеста	Довольно полно отражает тему веб-квеста	Недостаточно полно отражает тему веб-квеста
	Оформление	Оформление презентации логично по структуре, привлекательно на вид	Есть небольшие трудности в логичности по структуре. В целом привлекательны на вид	Есть существенные трудности в логичности по структуре. Общий вид малопривлекательный
	Грамотность	Математические ошибки и ошибки в изложении материала практически отсутствуют как в	Имеются некоторые математические ошибки и ошибки в изложении материала	Имеются математические ошибки и ошибки в изложении материала

		выполненном задании, так и в его устной презентации	(но не более 2 в общей сложности)	
Секреты быстрого вычисления	Содержание	Максимально полно отражает тему веб-квеста	Довольно полно отражает тему веб-квеста	Недостаточно полно отражает тему веб-квеста
	Оформление	Оформление справочника логично по структуре, привлекательно на вид и удобно при использовании	Есть небольшие трудности в логичности по структуре. В целом привлекательны на вид, удобно при использовании	Есть существенные трудности в логичности по структуре. Общий вид малопривлекательный, неудобно при использовании.
	Грамотность	Математические ошибки и ошибки в изложении материала практически отсутствуют как в выполненном задании, так и в его устной презентации	Имеются некоторые математические ошибки и ошибки в изложении материала (но не более 2 в общей сложности)	Имеются математические ошибки и ошибки в изложении материала
Вычислить нельзя оставить	Содержание	Максимально полно отражает тему веб-квеста	Довольно полно отражает тему веб-квеста	Недостаточно полно отражает тему веб-квеста
	Оформление	Оформление сценария оригинальное, доступное изложение и занимательно	Есть небольшие трудности в оригинальности. В целом с доступным изложением и занимательно	Есть существенные трудности в оригинальности, незанимательно
	Грамотность	Математические ошибки и ошибки в изложении материала практически отсутствуют как в выполненном задании, так и в его устной презентации	Имеются некоторые математические ошибки и ошибки в изложении материала (но не более 2 в общей сложности)	Имеются математические ошибки и ошибки в изложении материала

Деятельностный компонент

Начальный этап (командный): Учащиеся знакомятся с основными понятиями по теме данного уровня. Распределяются роли в команде: по 3-5 человек на 1 роль.

Ролевой этап: Индивидуальная работа в команде на общий результат. Участники одновременно, в соответствии с выбранными ролями, выполняют задания. Команда совместно подводит итоги выполнения каждого задания, участники обмениваются материалами для достижения общей цели – итогового задания. Электронные ресурсы могут быть использованы как из списка рекомендованных, так и самостоятельно найденных в Интернете. Список использованных группой ресурсов должен быть в обязательном порядке указан при презентации выполненного задания. В ходе работы перед учащимися стоят следующие задачи:

1) поиск информации по заданиям;
2) сбор материалов;
3) разработка структуры итогового задания;
4) оформление итогового задания (презентации, справочника, сценария).

Заключительный этап

Выполненное задание представляется группой на занятии. По результатам исследования проблемы формулируются выводы и предложения. Проводится конкурс выполненных работ, где оцениваются понимание задания, достоверность используемой информации, ее отношение к заданной теме, критический анализ, логичность, структурированность информации, определенность позиций, индивидуальность, профессионализм представления. В оценке результатов принимают участие как учителя, так и учащиеся путем обсуждения или интерактивного голосования.

Квест ориентирован на реализацию образовательных стандартов среднего (полного) общего образования по математике и способствует развитию критического и абстрактного мышления, умений сравнивать, анализировать, классифицировать, навыков самостоятельного планирования, целеполагания, активного познания изучаемого материала по самостоятельно построенной образовательной траектории, активизации самостоятельной познавательной деятельности.

Заключение

Степень сформированности познавательной самостоятельной деятельности определяется и развертывается на основе поэтапного обобщения знаний в направлении наглядного моделирования математических знаний и деятельности, диалога математической, информационной, естественнонаучной и гуманитарной культур, фундирования опыта познавательной самостоятельности обучающихся на основе вариативности содержания обучения и адаптации современных достижений науки к школьной математике. Целенаправленное, продуктивное взаимодействие субъекта с дидактическими и коммуникативными возможностями обобщения математических знаний средствами наглядного моделирования в процессе решения практико-ориентированных задач и математико-информационных заданий как фундирующих конструктов освоения сущностей математических знаний способствует формированию и развитию у обучающихся основной школы познавательной самостоятельности, личностных качеств и способов учебной деятельности.

Список литературы

Аксенов А.А. Внутрипредметные связи как ресурс процесса поиска решения школьных математических задач // Известия Российского государственного педагогического университета им. А.И. Герцена. 2008. № 12 (81). С. 191–198.

Артюхина М.С., Артюхин О.И., Санина Е.И. WEB-технологии в профессиональном становлении обучающихся экономических направлений подготовки // Современные Web-технологии в цифровом образовании: значение, возможности, реализация: сб. ст. участников V-ой Междунар. науч. конф. 17-18 мая 2019 г. Арзамас, 2019. С. 347-352.

Артюхина М.С., Артюхин О.И., Напалков С.В., Абрамова О.М. Образовательные веб-квесты по математике как элемент цифровой образовательной среды // EDULEARN21 13-я Междунар. конф. по образованию и новым технологиям обучения, 5-6 июля 2021 г. / IATED Academy, 2021. С. 8570–8573.

Бурафадея В. Пример смешанного электронного обучения в Таиланде // Интерактивные технологии и интеллектуальное образование. 2020. Т. 17. № 2. С. 197-214. Режим доступа: https://doi.org/10.1108/ITSE-10-2019-0068.

Давыдов В.В. Проблемы развивающего обучения. М.: Директ-Медиа, 2008. 613 с.

Далингер В.А. Методика обучения учащихся доказательству математических предложений. М.: Просвещение, 2006.

Далингер В.А. Математизация естественнонаучных дисциплин – основа их интеграции // Научный альманах, 2016. № 5-2 (19). С. 112-118.

Дворяткина С.Н. Структурно-функциональная модель развития вероятностного стиля мышления студентов в процессе обучения математике на основе диалога культур // European Social Science Journal. 2012. № 6(22). С. 83-92.

Долгоруков А. Метод case-study как современная технология профессионально-ориентированного обучения // http://www. vshu. ru/lections. php? tab_id=3&a=info&id=2006.

Епишева О.Б. Технология обучения математике на основе деятельностного подхода: книга для учителя. М.: Просвещение, 2003.

Ковехова А.И. Технология модерации и активные методы обучения в образовательном процессе. – Режим доступа: http://www.moi-universitet.ru/

Колмогоров А.Н. Понятие числа и величины // Историко-математические исследования,1990. Вып. 32-33. С. 474-484.

Колягин Ю.М. Задачи в обучении математике. Ч. 1-2. М.: Просвещение, 1977.

Концепция развития школьного математического образования. Утв. распоряжением Правительства Российской Федерации от 24 декабря 2013 г. N 2506-р // Народное образование Якутии. 2016. №1(97). С.136-140.

Крутецкий В.А. Психология математических способностей школьников. Москва: Ин-т практической психологии; Воронеж: МОДЭК, 1998. (серия «Психологи отечества»)

Леонтьев А.Н. Деятельность. Сознание. Личность. М.: Политиздат, 1975.

Лернер И.Я. Процесс обучения и его закономерности. М.: Знание, 1980.

Напалков С.В. Тематические образовательные Web-квесты как средство развития познавательной самостоятельности учащихся при обучении алгебре в основной школе/ Диссертация на соискание уч. ст. канд. пед. наук. Саранск., 2013.

Напалков С.В. Поисково-познавательные задания тематического образовательного web-квеста по математике как средство формирования ключевых компетенций учащихся // Фундаментальные исследования. 2014. № 8-2. С. 469-474. URL: https://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=34581

Попова Т.С. Web-квест при обучении математике в условиях цифровой образовательной среды // Известия Чеченского Государственного педагогического университета. Серия1. Гуманитарные и общественные науки. 2020. 4(32). С. 155-159.

Попова Т.С. Обобщение знаний по математике как педагогическая задача: сущность и этапы решения // Научное образование: Сб. ст. Издательство: Журнал «Исследователь/Researcher», 2018. С. 254-258.

Пустовойтов В.Н. Критерии уровней сформированности познавательной компетентности старшеклассников: Письма в Эмиссия / РГППУ им. А.И. Герцена. 2012. URL: http:// www.emissia.org/offline/2012/1741.htm

Рубинштейн С.Л. О мышлении и путях его исследования. М.: Изд-во АН СССР , 1958.

Рубинштейн С.Л. Основы общей психологии. 2-е изд. СПб: ЗАО «Питер», 2002.

Садовничий В.А. О математике и ее преподавании. М.: МГУ, 2010.

Санина Е.И., Буншафт Е.Н. Обобщение и систематизация знаний по геометрии в средней школе в контексте технологического подхода к обучению: монография. Тула: Арт-принт, 2010.

Санина Е.И., Воронько Т.А., Савадова А.А. Формирование готовности студентов к самообразовательной деятельности в процессе обучения математике в вузе // Мир науки, культуры и образования. 2020. №1(80). С. 173-176.

Смирнов Е.И. Технология наглядно-модельного обучения математике: монография. Ярославль: изд-во ЯГПУ, 1997.

Смирнов Е.И. Фундирование опыта в профессиональной подготовке и инновационной деятельности педагога: монография. Ярославль: изд-во «Канцлер».2012.

Талызина Н. Ф. Педагогическая психология: учебник. М.: Академия, 1998.

Штофф В.А. Моделирование и философия. М.; Ленинград: Наука, 1966.

THE MODEL FOR INDEPENDENT FORMATION OF STUDENT'S ACTIVITY IN ADVANCED MATHEMATICS EDUCATION IN DIGITAL EDUCATIONAL ENVIRONMENT

Smirnov E. I.
Dr. Sci. (Pedagogy), professor
smiei@mail.ru
Yaroslavl
Yaroslavl State Pedagogical University named after K. D. Ushinsky

Popova T. S.
associate professor
tatiyik_sp@mail.ru
Republic of Sakha (Yakutia)
Mayinsky Lyceum named after I.G. Timofeev

Abstract. The primary school plays the role of transitional stage to in-depth study of mathematics in senior school. In the 7th grade, the preparation stage takes place, in grades 8-9, "early profiling" is characteristic, providing for a change in the curriculum and an increase in the number of algebra and geometry lessons from the 8th grade. The developmental goal of training at this stage is to form students' sustained interest in subject, identify and develop the mathematical abilities. However, the main difference between this stage of mathematical education development in primary school from all previous ones is the transition to a new quality of educational results cannot be carried out spontaneously in the absence of innovative solutions in educational process organization. Therefore, the *problem of research* is how, based on the rethinking of the content and traditional methods of teaching mathematics in primary school, to implement the search for the definition of new approaches to building a model for formation of the independent student's generalizing activities in rich information and educational environment. The *objectives of the research* are the need to build a model in the primary school for the formation of student's experience in cognitive independent activity for digital educational environment based on in-depth teaching of complex knowledge mathematics. The development of latter construct in classes with in-depth teaching of mathematics in primary school is directly related to using of computer and experimental methods in teaching mathematics based on system-activity approach, as well as with self-determination, self-organization and self-realization of students in the context of taking into account their personal preferences.
Keywords: independent activity, advanced study of mathematics, digital educational environment, modeling.

References

Aksenov, A. A. (2008). Intra-subject connections as a resource of the process of finding solutions to school mathematical problems // Proceedings of the Russian State Pedagogical University. A.I. Herzen, 12 (81), 191–198. (In Russ., abstract in Eng.)

Artyukhina, M. S., Artyukhin, O. I., Sanina, E. I. (2019). WEB-tekhnologii v professional`nom stanovlenii obuchayushhikhsya e`konomicheskikh napravlenij podgotovki. *Sovremenny`e Web-tekhnologii v czifrovom obrazovanii: znachenie, vozmozhnosti, realizacziya: sb. st. uchastnikov V-oj Mezhdunar. nauch. konf. 17-18 maya 2019 g.* (pp. 347-352). Arzamas. (In Russ., abstract in Eng.)

Artyukhina, M. S., Artyukhin, O. I., Napalkov, S. V., Abramova, O. M. (2008). Obrazovatel`ny`e veb-kvesty` po matematike kak e`lement czifrovoj obrazovatel`noj sredy` // *EDULEARN21 13-ya Mezhdunar. konf. po obrazovaniyu i novy`m tekhnologiyam obucheniya* (pp. 8570-8573). IATED Academy. (In Russ., abstract in Eng.)

Burafadeya, V., Vongvuttivat, J., Tantontrakul, T. (2020). An example of blended e-learning in Thailand. *Interactive technologies and intellectual education,* 17(2), 197-214. https://doi.org/10.1108/ITSE-10-2019-0068. (In Russ., abstract in Eng.)

Dalinger, V. A. (2006). *Metodika obucheniya uchashhikhsya dokazatel`stvu matematicheskikh predlozhenij*. Moscow: Enlightenment. (In Russ).

Dalinger, V. A. (2016). Mathematization of natural science disciplines is the basis for their integration. *Scientific Almanac*, 5-2 (19), 112-118. (In Russ., abstract in Eng.)

Davydov, V. V. (2008). *Problemy` razvivayushhego obucheniya*. Moscow: Direct-Media. (In Russ).

Dolgorukov, A. (2006). *The case-study method as a modern technology of professionally oriented education* // http://www. vshu. ru/lections. php? tab_id=3&a=info&id=2006.

Dvoryatkina, S. N. (2012). Structural Model of Probability Style of Thinking of Students in the Process of Learning Mathematical tick Based on Culture Dialogue. *European Social Science Journal,* 6(22), 83-92.

Episheva, O. B. (2003). *Tekhnologiya obucheniya matematike na osnove deyatel'nostnogo podhoda: kniga dlya uchitelya*. Moscow: Enlightenment. (In Russ).

Kolmogorov, A. N. (1990). Ponyatie chisla i velichiny. *Istoriko-matematicheskie issledovaniya,* 32-33, 474-484.

Kolyagin, Yu. M. (1977). *Zadachi v obuchenii matematike*. Ch. 1-2. Moscow: Enlightenment. (In Russ).

Koncepciya razvitiya shkol'nogo matematicheskogo obrazovaniya. Utv. rasporyazheniem Pravitel'stva Rossijskoj Federacii ot 24 dekabrya 2013 g. N 2506-r (2016). *Narodnoe obrazovanie Yakutii*, 1 (97), 136-140. (In Russ).

Kovekhova, A. I. *Moderation technology and active teaching methods in the educational process*. http://www.moi-universitet.ru/ (In Russ.)

Krutetsky, V. A. (1998). Psihologiya matematicheskih sposobnostej shkol'nikov. Moscow: Institute of Practical Psychology; Voronezh: MODEK. (In Russ).

Leontiev, A. N. (1975). *Deyatel'nost'. Soznanie. Lichnost'.* Moscow: Politizdat. (In Russ).

Lerner, I. Ya. (1980). *Process obucheniya i ego zakonomernosti*. Moscow: Knowledge (In Russ).

Napalkov, S. V. (2013). *Tematicheskie obrazovatel'nye Web-kvesty kak sredstvo razvitiya poznavatel'noj samostoyatel'nosti uchashchihsya pri obuchenii algebre v osnovnoj shkole* [Candidate Dissertation]. Saransk. (In Russ.)

Napalkov, S. V. (2014). Search and cognitive tasks of the thematic educational web-quest in mathematics as a means of forming the key competencies of students. *Fundamental research*, 8-2, 469-474. (In Russ., abstract in Eng.)

Popova, T. S. (2020). Web -quest in teaching mathematics in a digital educational environment. *Proceedings of the Chechen State Pedagogical University. Series1. Humanitarian and social sciences*, 4(32),155-159. (In Russ., abstract in Eng.)

Popova, T. S. (2018). Obobshchenie znanij po matematike kak pedagogicheskaya zadacha: sushchnost' i etapy resheniya. *Nauchnoe obrazovanie*: *Sbornik statej*, 254-258. (In Russ., abstract in Eng.)

Pustovoitov, V. N. (2012). Criteria for the levels of formation of cognitive competence of high school students. *Letters to Emission.* Retrieved from http://www.emissia.org/offline/2012/1741.htm

Rubinstein, S. L. (1958). *O myshlenii i putyah ego issledovaniya*. Moscow: Izd-vo AN SSSR. (In Russ).

Rubinstein, S. L. (2002). *Osnovy obshchej psihologii*. 2-e izd. Sankt-Peterburg: ZAO «Piter». (In Russ).

Sadovnichiy, V. A. (2010). *O matematike i ee prepodavanii*. Moscow: MSU. (In Russ).

Sanina, E. I., Bunshaft, E. N. (2010). *Obobshchenie i sistematizaciya znanij po geometrii v srednej shkole v kontekste tekhnologicheskogo podhoda k obucheniyu*. Tula: Art-print. (In Russ).

Sanina, E. I., Voronko, T. A., Savadova, A. A. (2020). Formation of students' readiness for self-educational activity in the process of teaching mathematics at the university. *World of science, culture and education*, 1 (80), 173-176. (In Russ.)

Smirnov, E. I. (1997). *Tekhnologiya naglyadno-model'nogo obucheniya matematike*. Yaroslavl: Publishing House of YaGPU. (In Russ).

Smirnov, E. I. (2012). *Fundirovanie opyta v professional'noj podgotovke i innovacionnoj deyatel'nosti pedagoga*. Yaroslavl: Publishing house "Chancellor". (In Russ).

Talyzina, N. F. (1998). *Pedagogicheskaya psihologiya: uchebnik*. Moscow: Academy. (In Russ).

Shtoff, V. A. (1966). *Modelirovanie i filosofiya*. Moscow-Leningrad: Science. (In Russ.)

DOI: 10.24888/2500-1957-2022-2-69-83

УДК 378.851

ФОРМИРОВАНИЕ АКАДЕМИЧЕСКОЙ РЕЗИЛЬЕНТНОСТИ УЧАЩИХСЯ В СИСТЕМЕ ПРИЕМСТВЕННОСТИ «ШКОЛА-ВУЗ» В ПРОЦЕССЕ ИЗУЧЕНИЯ МАТЕМАТИКИ

Райхельгауз Леонид Борисович
к.ф.-м.н., доцент
vvvital@mail.ru
г. Ярославль

Ярославский государственный педагогический университет им. К.Д. Ушинского

Аннотация. Академическая резильентность как педагогический феномен понимается как индивидуальная способность обучаемого системно преодолевать различного уровня трудности для достижения обозначенных целей и задач, с одной стороны, образовательным стандартом, а, с другой, самим учащимся для формирования необходимого комплекса знаний, умений и навыков при изучении учебных дисциплин как естественнонаучного, так и гуманитарного профиля. В статье представлены основные аспекты непосредственно понятия академической резильентности, концепции применения подхода к изучению математики в школе и вузе через призму преемственности с точки зрения проецирования принципов наглядного моделирования и фундирования для формирования основных аспектов математических объектов. Структура академической резильентности учащихся рассматривается с точки зрения реализации образовательного процесса через призму формирования личностных результатов обучаемых в рамках единой структуры, включающей мотивационно-ценностный, когнитивный, операционный и эмоционально-волевой уровни. Представленная дидактическая образовательная модель академической резильентности включает мотивационно-целевой, процессуальный блок и личностный блоки, меняя структуру классического академического треугольника: «ученик-учитель-предметное содержание» в силу полноценного применения концепций фундирования и наглядного моделирования изучаемых процессов и явлений. В статье представлено описание структурно-функциональной модели формирования академической резильентности учащихся, основанной на последовательном формировании мотивационно-ценностного, операционального и эмоционально-волевого уровней обучаемых, при этом особое внимание уделяется дидактико-онтологическим и дидактико-методическим критериям отбора содержания математического образования в контексте формирования академической резильентности учащихся. Показаны особенности применения описанных подходов применительно к реальным вчерашним школьникам и сегодняшним студентам через призму временных изменений свойств личности, выражающихся в формировании и развитии соответствующей комплексной базы знаний, умений и навыков по математическим дисциплинам в школе и вузе.

Ключевые слова: методика изучения математики в школе и вузе, академическая резильентность, система знаний, умений и навыков, преемственность математики в школе и вузе.

Введение

По состоянию на настоящее время основные концептуальные требования к реализации учебного процесса по различным учебным дисциплинам в целом и естественнонаучным в частности определяются компонентами федеральных образовательных стандартов различных поколений, основной направление в рамках которых определяется формированием у обучающихся определенного уровня комплексной базы знаний, умений и навыков в школе и дополнительно образовательных компетенций как надстройки в вузах через призму композиции выбора и возможностями поступления вчерашних учеников в прошлом в вузы на определенные направления бакалавриата и получения уже сегодняшними студентами различных категорий компетенций для возможностей находить решения профессионально-ориентированных задач в дальнейшем в соответствии с целями и задачами выполняемой строго ориентированной по своей специфике и роду деятельности.

Необходимо отметить, что в результате детального анализа различных компонентов реализации как образовательных стандартов в целом, так и его отдельных компонентов, с точки зрения выходной информации учащихся в виде результатов выполнения обучаемыми как ОГЭ, ЕГЭ и ВПР по отдельным учебных дисциплинам, так и в ракурсе мониторинга эффективности реализации школьниками и студентами метапредметных интеграционных связей между различными учебными дисциплинами при выполнении комплексных межпредметных научно-исследовательских проектов, наблюдается весомый дисбаланс между ожидания государства и общества, отраженными в различных программных документах, и теми образовательными результатами, которые предоставляет современная комплексная система «школа-вуз» (Груздев, Тарханова, 2019).

Очевидным является тот факт, что в последнее достаточно длительное время наблюдается существенное смещение градиента образовательного вектора от фактически выполняемой обучающимися репродуктивной деятельности к реализации учащимися продуктивной прикладной или профессионально-ориентированной деятельности с точки зрения применения получаемой совокупной базы знаний, умений и навыков для решения сложных комплексных задач, требующих интеграцию различных учебных дисциплин через призму применения синергетического подхода и диалога культур в терминах знаниево-ориентированной парадигмы (Дворяткина, Смирнов, Щербатых, 2021).

Данное обстоятельство для обучаемого приводит его к необходимости адаптации к активно формируемым на протяжении реализации всего образовательного процесса применительно к концепции преемственности школьного и вузовского образования тенденциям динамичности и нелинейного познания.

Академическая резильентность как педагогический феномен понимается как индивидуальная способность обучаемого системно преодолевать различного уровня трудности для достижения обозначенных образовательных целей и связанных с ними задач, с одной стороны, образовательным стандартом общего или профессионального образования, а, с другой, непосредственно самим учащимся для формирования необходимого комплекса знаний, умений и навыков при изучении учебных дисциплин как естественнонаучного, так и гуманитарного профиля. С точки зрения рассмотрения образовательного процесса как системы необходимо акцентировать внимание на таких важных составляющих, как взаимосвязь между параметрами задаваемых или генерируемых исходных данных, получаемых промежуточных и итоговых результатов через призму влияния определенных внешних и внутренних факторов. Под внешними факторами, напрямую влияющими на уровень академической резильентности, стоит понимать особенности реализации образовательной деятельности с точки зрения наличия сжатых временных сроков обучения, личностных особенностей преподавателя, давление со стороны преподавателя и деканата во время сдачи учащимся зачетов и экзаменов, различные уровни сложности выполняемых самостоятельных работ. К внутренним факторам, формирующим уровень академической резильентосности обучающегося, относятся индивидуально-личностные особенности учащегося и ряд других значимых параметров личности (Валиева, 2016).

Понятие академической резильентности можно рассматривать как индивидуальном, так и на системном уровне. С точки зрения индивидуального уровня под академической резильентностью понимается достижение учащимися из семей с низкими экономическими, образовательными и культурными ресурсами высоких результатов при проведении промежуточной и итоговой аттестации в школах и вузах через призму способностей конкретного обучающегося преодолевать возникающие лично у него индивидуальные трудности в обучении. С точки зрения системного уровня под академической резильентностью понимается наличие вообще или доля в частности образовательных организаций с низким социально-экономическим статусом, показывающих высокие образовательные достижения.

Основная часть

В рамках проведенного автором диссертационного исследования академическая резильентность понимается как способность сохранять устойчивый образовательный результат вне зависимости от изменений, условий обучения, ситуаций контроля, вопреки ситуациям, усложняющим учебную деятельность (сжатые сроки, личностные особенности преподавателя, экзаменационное давление, трудные задания и др.).

При рассмотрении дидактической сущности академической резильентности целесообразно интегрированное применение следующих трех методологических подходов:

1. Системно-деятельностного – результаты обучения и воспитания рассматриваются в контексте обозначенных образовательных целей и связанных с ними задач и универсальных учебных действий, которыми должны овладевать обучающийся в процессе изучения различных учебных дисциплин.
2. Экзистенциального – результаты обучения и воспитания рассматриваются в контексте формирования эмоционального и духовного уровня обучающегося в ракурсе развития индивидуальных психологических особенностей учающихся, при этом на первый план выступают подсознательные компоненты (настроение, чувства, импульсы, интуиция), а на второй план отодвигаются уже сознательные компоненты (сознание, интеллект, логика).
3. Метакогнитивного – результаты обучения и воспитания рассматриваются в контексте формирования индивидуального когнитивного или эмоционального опыта обучающегося в процессе реализации им познавательной деятельности и представляет собой сознательное рассмотрение ментального опыта, сопровождающего любые удачные или неудачные ситуации в обучении или другой когнитивной деятельности.

Таким образом, учащийся рассматривается как познающий субъект, обладающий определенным набором индивидуальных средств, увеличивающих и развивающих его личностные когнитивные возможности, и вовлекающийся в осознанный и смыслообразующий процесс познания на основе освоения содержательной стороны образования и стимуляции метакогнитивных стратегий обработки и преобразования поступающей учебной информации.

Автор исследования формулирует принцип академической резильентности с точки зрения интеграции процессов усвоения обучаемым необходимого содержания образования и развития индивидуального познавательного опыта учащегося, поскольку, усваивая новые знания и выполняя различные познавательные задачи, учащийся развивают свои умственные силы и необходимые навыки мышления, которые, в свою очередь, являются основой формирования необходимой комплексной базы теоретических знаний, практических умений и навыков. Необходимо отметить, что в данном случае академическая резильентность напрямую отражает сознательный подход к познанию окружающей действительности, поскольку при реализации образовательного процесса обучаемый не просто должен зазубрить теоретический аспект в рамках репродуктивной деятельности, но и сознательно усвоить данный материал с точки зрения его осмысленности и личностного восприятия и целостного понимания через призму выполнения учебных заданий различного уровня сложности, формируя тем самым эффективную базу продуктивной деятельности. Академическая резильентность находит свое отражение в необходимости обучаемым совершать необходимые учебные усилия с через призму дальнейшего получении эмоционального и экзистенциального удовлетворения от итога выполненной образовательной деятельности (Райхельгауз, 2019).

Академическая резильентность относится к категории личностных образовательных результатов обучаемого, дополняя, по сути, позицию образовательного стандарта о том, что личностные результаты учащихся в учебной деятельности имеют собственную индивидуальную структуру, в которой выделяются следующие уровни, однозначно определяющие структуру академической резильентности:

1. Мотивационно-ценностный уровень – академическая резильентность при рассмотрении на данном уровне отражается в ракурсе формирования мотивации учащегося к достижениям, представленным в виде единого комплекса образовательных целей и взаимосвязанных с ними задач, и способностям к преодолению академической прокрастинации и академической тревожности.

2. Когнитивный уровень – академическая резильентность в рамках обозначенного уровня характеризуется наличием такого личностного качества обучаемого как осознанность учебной деятельности (mindfulness).

3. Операциональный уровень – академическая резильентность на данном уровне представляется в виде личной учебной самоорганизации обучаемого при реализации концепций тайм-менеджмента.

4. Эмоционально-волевой уровень – академическая резильентность в ракурсе представленного уровня характеризуется через самоэффективность выполняемой обучаемым продуктивной деятельности, то есть формированием чувства собственной компетентности и умелости при решении разнообразных задач, в том числе прикладных и профессионально-ориентированных.

Как было сказано выше, на формирование личностной или системной академической резильентности при рассмотрении ее через призму получения необходимых образовательных результатов отдельно взятого обучаемого или одного или конечного множества учебных заведений влияют различные как внешние, так и внутренние факторы как с точки зрения индивидуально рассматриваемого обучаемого, так и с точки зрения отдельно взятого или нескольких выделенных учебных заведений, что само собой говорит о многофакторности ее формирования, при этом сами факторы также имеют разделение на системообразующие и дидактические, отражающие подчиненный ситуативный характер.

Системообразующими факторами формирования академической резильентности является смена целевых ориентиров образования как процесса в целом и образовательного уровня отдельно взятого учащегося в частности в соответствии с вызовами постиндустриальной эпохи, при этом среди факторов данной группы необходимо выделить эпистемологические факторы, связанные со сменой типа научной рациональности с неклассической на постнеклассическую, отражающую значимый переход от по сути статических моделей описания процессов и явлений окружающего нас мира к синергетической картиной мира с присущими для нее динамическими переходами и трансформациями (Смирнов, Богун, Уваров, 2016). При рассмотрении данной группы факторов необходимо рассмотреть в качестве фактора метакогнитивность, суть которой заключается в увеличении роли отдельного взятого субъекта в виде обучаемого в частности или учебного заведения в целом согласно значениям следующих ее характеристик: осознание образовательных целей и связанных с ними задач, к которым стремятся субъекты с помощью реализации умственных усилий; выбор стратегии достижения поставленных целей и задач; наблюдение за собственным процессом обучения для оценки правильности и эффективности избранных образовательных стратегий; самооценка образовательных результатов.

Дидактическими факторами формирования академической резильентности являются следующие факторы:

1. Фактор дидактического содержания – отражает возможности формирования академической резильентности с точки зрения рассмотрения особенностей построения контента определенной рассматриваемой учебной дисциплины. Автором в диссертационном

исследовании рассмотрено содержание наиболее сложной для большинства обучающихся предметной области – математики. Обоснованность выбора данной учебной дисциплины объясняется тем, что по состоянию на настоящее время с точки зрения математики наблюдается явное противоречие между сформированной в процессе школьного изучения математики предметной комплексной базы знаний, умений и навыков и отсутствием понимания роли данных образовательных компонентов для решения прикладных и профессионально-ориентированных задач (математическая грамотность), что отражает необходимость сознательного отношения к познанию обозначенной сложной для понимания учащихся учебной дисциплины.

2. Фактор дидактических отношений – отражает возможности формирования академической резильентности с точки зрения рассмотрения процесса обучения через призму реализации совместной и целенаправленной деятельности субъектов образования, поскольку педагоги способны изменять индивидуальные и общие образовательные стратегии познания обучающихся, тогда как применяемые образовательные технологии и уверенность преподавателей во внутренней способности обучающихся позволяют меняться в положительную сторону влияют на устойчивость образовательных результатов в контекстах достижения эффективных показателей промежуточных и итоговых результатов обучения.

3. Фактор академической продуктивности – отражает возможности формирования академической резильентности с точки зрения дифференциации способов использования сформированной комплексной базы знаний, умений и навыков: репродуктивную и продуктивную, о чем было сказано выше. Обучаемость характеризуется познавательным интересом, мыслительными навыками, ответственностью, внимательностью, умением сотрудничать и др.

Факторы третьего уровня формирования академической резильентности непосредственно связаны с внутренними индивидуально-психологическими особенностями учащихся и их сочетаниями: особенности протекания психических процессов, темперамент, мотивационно-потребностная сфера, уровень познавательной активности, настойчивость, упорство, концентрация на выполняемой деятельности. В частности, при изучении математики как одной из самой сложной для понимания обучающихся учебной дисциплины соответствующая повышенная тревожность напрямую влияет на получение более низкого результата при сдаче ОГЭ или ЕГЭ в частности и математического образования в целом (Попова, Шеина, 2017).

Академическую резильентность с точки зрения организации процесса обучения математике школьников и студентов необходимо рассматривать через призму преемственности школьного и вузовского непрерывного математического образования в рамках развития мотивационных процессов обучающихся, связанных с образовательными достижениями и социальным благополучием; преодолением неопределенности в плане выбора направления бакалавриата, вызванной социальными и экономическими изменениями современного цивилизационного этапа. Очевидно, что для молодых людей и девушек, находящихся на данном переходном этапе становления и развития, необходимо наличие и развитие таких личностных качеств в рамках применения субъектного подхода, как высокая степень самоорганизованности, мотивации и целеустремлённости в решении не только учебных, но и прикладных или профессионально-ориентированных задач с целью формирования необходимой комплексной базы теоретических знаний, практических умений и навыков в ракурсе активной систематичности умственной работы, возрастающей учебной мотивация и целеустремленности в учебно-профессиональной деятельности.

Методология формирования академической резильентности обучающихся юношеского возраста основывается на том базисе, что на первый план реализации образовательной деятельности в целом и математики в частности выходит не имеющаяся ранее системность дидактического содержания учебной рассматриваемой учебной дисциплины со свойственной ей статической иерархией, а применение субъектного подходы к организации отдельного взятого содержания учебной дисциплины для индивидуального обучаемого с целью адаптации необходимого образовательного контента под ключевые характеристики объекта. В соответствие с данным подходом человеческое сознание представляется не единством чувств, разума и воли (классическая психология), а духовным поиском (смыслообразованием), экзистенциальным выбором, совершаемым в ходе непрекращающегося диалога культур (М.М. Бахтин, В.С. Библер) в ракурсе расширяющейся модели культурно-исторического развития Л.С. Выготского.

Очевидно, что при таком постмодернистком подходе были найдены и сформулированы следующие новые закономерности формирования академической резильентности в юношеском возрасте: зависимости результатов обучения от сформированности компонентов академической резильентности; фундирующих модусов предметной учебной деятельности; синергии образовательного результата на основе мотивационно-практических задач. Данные закономерности подвергнуты автором проверке в процессе реализации опытно-экспериментальной работы.

Принцип резильентности образовательных результатов основывается на известном доказанным в дидактике и психологии положения о том, что усвоение необходимого содержания образования в обозначенном образовательном стандарте объеме на уровне реализации скорее репродуктивной деятельности и развитие познавательного опыта индивидуального обучающегося являются двумя взаимосвязанными гранями одного и того же процесса, поскольку при реализации образовательного процесса обучаемый не просто должен зазубрить теоретический аспект в рамках репродуктивной деятельности, но и сознательно усвоить данный материал с точки зрения его осмысленности и личностного восприятия и целостного понимания.

Очевидно, что для полноценного формирования академической резильентности обучающихся юношеского возраста перед современным педагогом стоит сложнейшая задача дифференциации изучаемого материала в соответствии с концепцией личностно-ориентированного обучения на тот, который следует закрепить в долговременной памяти обучаемого, непосредственно связанный с реализацией продуктивной деятельности учащегося, и на тот, что не подлежит обязательному запоминанию, заучиванию и имеет вспомогательное, тренировочное или развивающее значение при изучении главного, что характеризует репродуктивную деятельность обучаемого в рамках образовательного процесса.

Автором на основе теории системогенеза деятельности разработана процессуально-ориентированная дидактическая модель формирования академической резильентности обучающихся юношеского возраста, направленная на освоение обучаемыми самостоятельно конструируемого нового опыта в рамках реализации инициативной и осознанной познавательной деятельности с точки зрения формирования направляющего вектора от сформулированных образовательных целей и соответствующих задач до получаемого от субъекта измеряемых результатов учебного процесса.

В основе разработанной дидактической образовательной модели заложена классическая формула дидактического процесса В.П. Беспалько: ДП = М + Аф + Ау (ДП – дидактический процесс; М – мотивация учащихся к учению; Аф – алгоритм функционирования (учебно-познавательная деятельность ученика), Ау – алгоритм управления, т.е. деятельность учителя по управлению учением, трансформирующимся сегодня в образовательную деятельность).

Согласно данной формуле, представляемая дидактическая образовательная модель академической резильентности включает следующие представленные на рис. 1 ниже блоки:

1. Мотивационно-целевой блок модели состоит из следующих компонентов: педагогическое целеполагание, личностные ценности и смыслы процесса обучения;

2. Процессуальный блок модели включает в себя этапность, методы и средства формирования академической резильентности;

3. Личностный блок отражает личностные образовательные результаты, определяющие развитие обучающегося (с учетом его целей и потребностей). Личностный блок даёт возможность индивидуализации процесса обучения и преломляет мотивационно-целевой и процессуальный блоки в зависимости от возраста обучаемых, их

предварительного учебного опыта, специфики изучаемого предметного содержания и доминирующего в предметной области вида учебной деятельности.

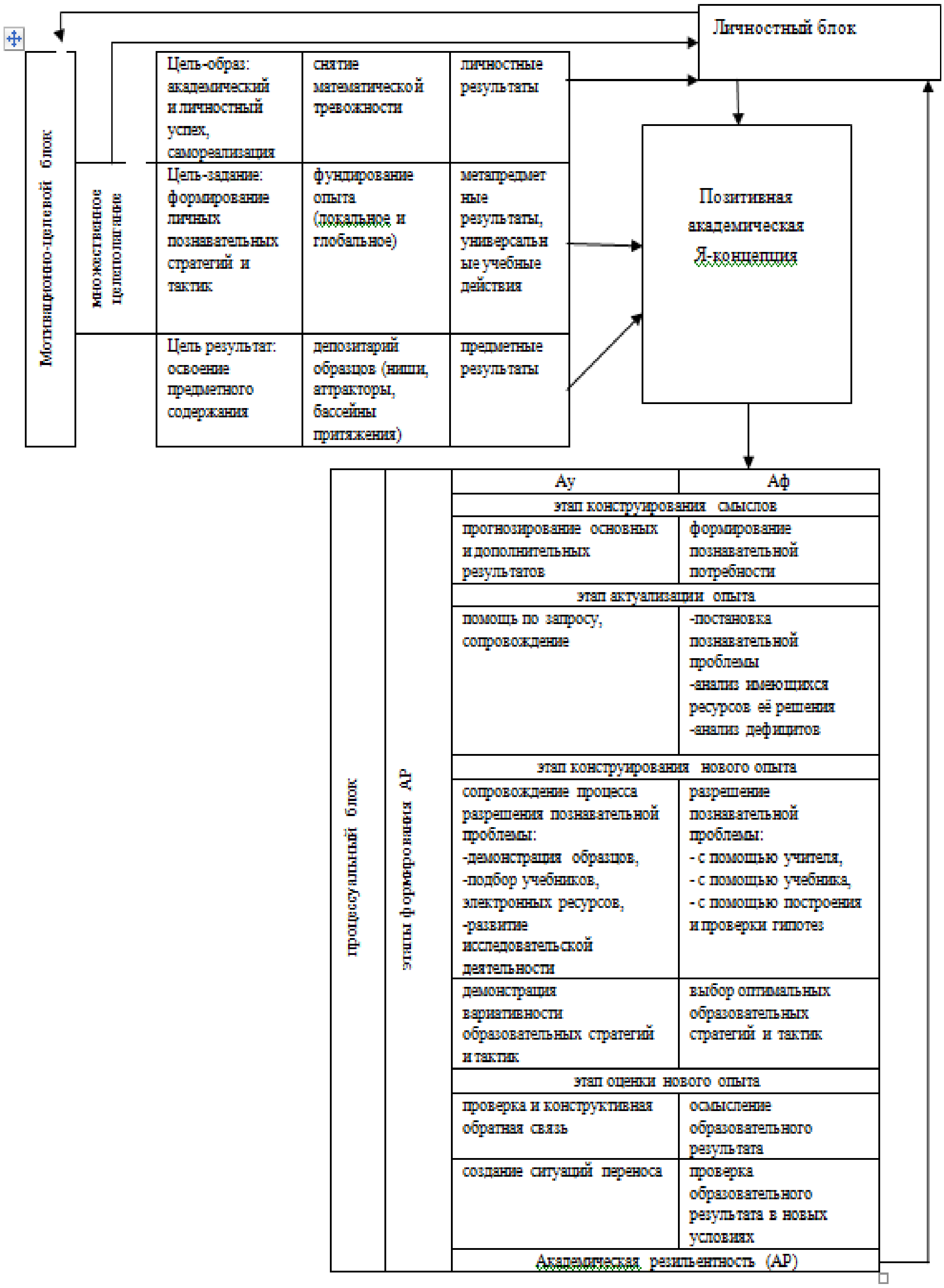

Рис. 1. Дидактическая модель формирования академической резильентности

Данная модель не выходит за пределы классического академического треугольника: «ученик-учитель-предметное содержание», но существенно меняет его структуру, дополняя кластером особо значимым фундирования, при этом главная закономерность дидактического треугольника остаётся неизменной и заключается во взаимодействии ученика с учителем или студента с преподавателем через непосредственно содержание учебной дисциплины, выражающегося в виде взаимосвязанных учебных фреймов единого образовательного контента (Смирнов, 2012).

Необходимо отметить наличие динамической структуры модели согласно реализации синергетического подхода, применительно к реализации образовательной деятельности, что напрямую отражает сущность личностно-ориентированного обучения, представляющей возможность перемещения вершин относительно плоскостей, отражающих уровни дидактической структуры: уровни предметного содержания, уровни освоения его учеником, уровни функциональных ролей педагога (рис. 2).

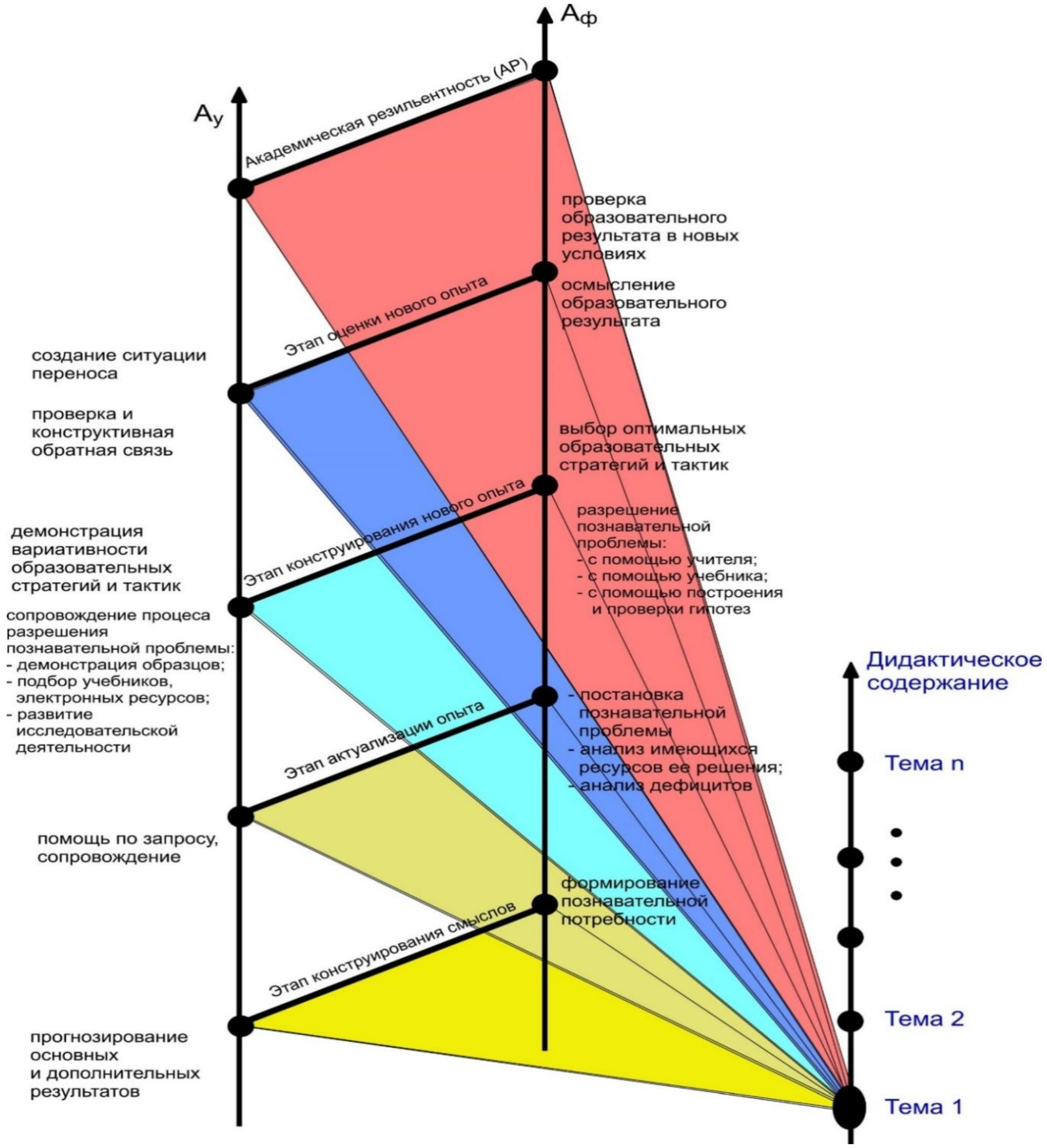

Рис. 2. Кластер фундирования академической резильентности

Концепция фундирования как таковая, обоснованная Е.И. Смирновым на основании теории системогенеза В.Д. Шадрикова, в рамках исследования рассматривается как весомая факторная составляющая, предполагающая создание необходимых условий для актуализации базовых учебных элементов школьной и вузовской математики, и, помимо традиционного принципа поэтапности формирования математического знания, выдвигает принцип генерализации знаний, выделения существенных, узловых моментов. Применение концепции фундирования с точки зрения формирования у обучаемых в школе или вузе необходимой комплексной базы знаний, умений и навыков, позволяет, с одной стороны, сформировать четкую многоуровневую иерархическую образовательную модель получения учебных промежуточных и итоговых результатов на основе определенной изначально сформированном ранее пласте исходных образовательных данных, а, с другой стороны, учесть так необходимую в настоящее время нелинейность процессов освоения содержания образования.

Таким образом, в рамках модернизированного дидактического треугольника изучаемый конкретный учебный предмет выражается в содержании образования, методы обучения интерпретируются и варьируются относительно соответствующего достигнутого обучаемым уровня усвоения учебного контента, формы организации познавательной деятельности зависят от результатов диагностики уровня освоения учеником содержания и задают уровень его сложности для данного конкретного ученика. Необходимо отметить, что восходящий вектор данной модели описывает собственно результат обучения конкретно взятого отдельного ученика с его индивидуальными особенностями с позиций реализации дидактического принципа резильентности – устойчивости в индивидуальном пространстве уровня освоения обучаемым предметного содержания.

Для описания концепции формирования академической резильентности обучающихся юношеского возраста помимо обозначенной выше дидактической модели необходимо представить также структурно-функциональную модель, подразумевающую по своему замыслу рассмотрение объекта как единого целого, с последующим изучением его отдельных элементов или подсистем. Основное назначение структурно-функциональной модели заключается в раскрытии связи структуры изучаемого процесса с выполняемыми функциями. Структурная часть модели отражает иерархическую структуру процесса, тогда как функциональная описывает совокупность выполняемых в моделируемом процессе функций, характеризует морфологию процесса, состав функциональных подсистем и описание алгоритмов взаимосвязи между ними.

Структурно-функциональная модель представляет собой совокупность закономерных, функционально связанных компонентов, составляющих определенную единую целостную систему, при этом компоненты данной модели раскрывают внутреннюю организацию (структуру) академической резильентности обучающихся, отвечают за адекватное воспроизведение взаимодействия между элементами данного процесса и имеют функциональное назначение (рис 3).

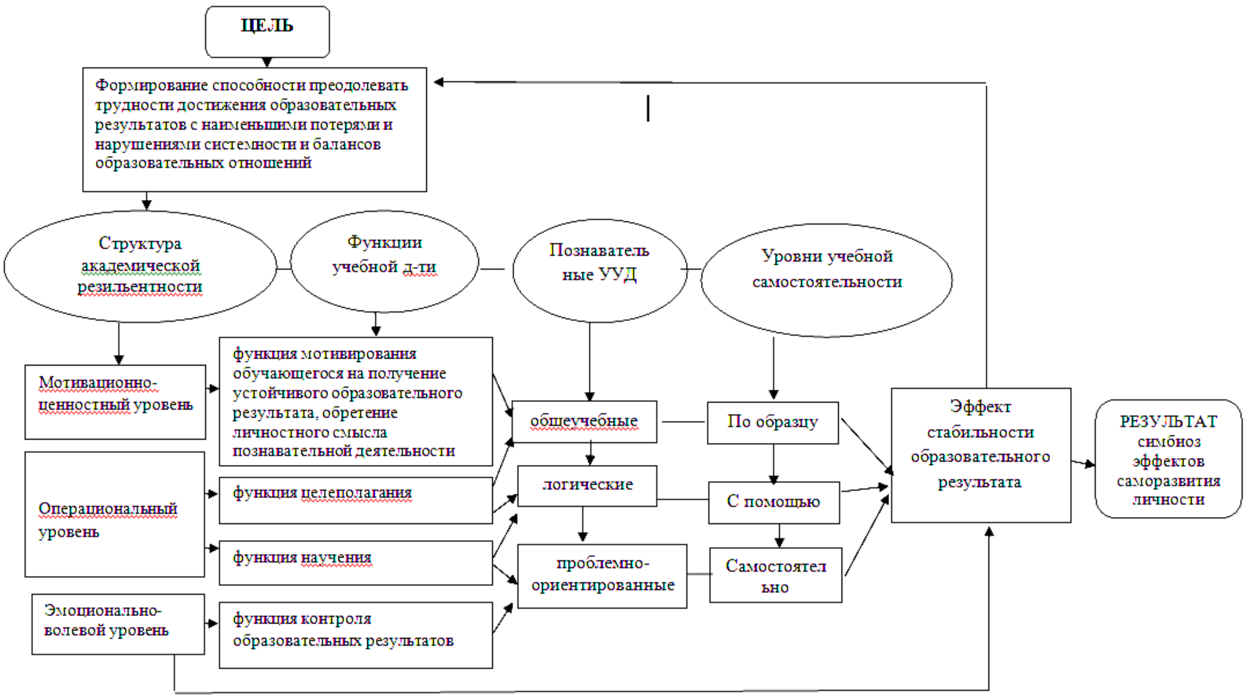

Рис. 3. Структурно-функциональная модель формирования академической резильентности

Необходимо отметить, что соответствующие компоненты структурно-функциональной модели отражают структуру академической резильентности, каждый уровень которой несёт определенную функциональную нагрузку и может быть описан с точки зрения той роли, которую он выполняет в общей структуре синергии образовательного результата. Под синергией образовательного результата как прямое следствие реализации процесса обучения с точки зрения формирования необходимой комплексной образовательной базы знаний, умений и навыков обучающихся, необходимо понимать определенный симбиоз эффектов саморазвития личности в условиях флуктуации предметных результатов и стохастических нелинейных процессов самоорганизации сложных открытых систем при воздействии внешних параметров посредством согласованных действий разных факторов и начал в трех контекстах: семиотическом, имитационном и социальном применительно к состояниям системы, далеким от равновесия. Очевидно, что синергия образовательного результата будет зависеть от уровня мотивированности обучающегося к изучению математики, что задаёт технологическую последовательность этапов формирования академической резильентности.

Рассматриваемые в рамках структурно-функциональной модели формирования академической резильентности учащихся как субъектов исследования уровни находятся в тесной корреляции с соответствующими последовательными блоками представленной выше дидактической образовательной модели, представленной в рамках образовательного процесса в целом как объекта исследования.

Представленная структурно-функциональная модель формирования академической резильентности учащихся включает реализацию следующих последовательных уровней:

− Мотивационно-ценностный уровень подразумевает формулировку обучаемым проблематизации и соответствующего прикладного или профессионально-ориентирвоанного исследования (определяются противоречия сложившейся ситуации, условий, требований), что напрямую влияет на формирование и повышение уровня мотивационного поля учащегося через призму оценки его реальных способностей и возможностей для решения обозначенных локальных задач в рамках поставленной глобальной цели исследования. Данный уровень академической резильентности связан с процессами самопознания и самоанализа.

− Операциональный уровень включает в себя всесторонний анализ условий реализации обучаемым структурированного процесса продуктивной деятельности с точки зрения формулировки цели и соответствующих текущих задач, которые распределяются во времени по определенным последовательным этапам, формируется последовательность продвижения от цели к результату, выбираются оптимальные средства и рациональные способы достижения цели, происходит психологическая подготовка к работе и планирование процедур самоорганизации, то есть по функциональным признакам осуществляется составление программы достижения цели. На данном уровне также происходит реализация задуманного и поэтапное осуществление деятельности, организованной определенным образом, при постоянном контроле субъекта за ходом и результатами выполнения — процессуальный компонент.

− Эмоционально-волевой уровень подразумевает реализацию субъектом обучения самостоятельного мониторинга выполняемой образовательной деятельности, включающий контроль, оценку и коррекцию полученных результатов, и проведение сравнительного анализа полученных результатов с задуманными или требуемыми по выбранным для контроля критериям. Критерием оценки эффективности деятельности в данном случае служит рефлексивная позиция субъекта, его отношение к работе. Дееспособность каждого структурно-функционального компонента определяется теми самопроцессами, которые обеспечивают постепенное поэтапное продвижение человека от цели к результату.

Описанные выше структурно-функциональные компоненты взаимно дополняют и взаимообусловливают друг друга за счет функционального назначения, составляя при этом целостный процесс формирования академической резильентности. Данная модель обеспечивает формирование академической резильентности с проявлением синергетических эффектов и отражает идеи симбиоза эффектов саморазвития личности.

Исследования автора показали, что результативным средством формирования академической резильентности учащихся является работа обучаемых с использованием формально-логического аппарата (применение различных по уровню сложности формул, теорем, умение решать задачи в общем, то есть аналитическом, виде). Обобщенность, гибкость оперирования знаниями зависит не только от уровня операционального развития, но и от предметно-специфических знаний (то есть формулы обучаемые умеют применять для решения предметных задач по алгебре или геометрии в рамках соответствующей учебной темы, но учащиеся не умеют распознавать уже известные им формулы при решении задач по химии, физике, так часто бывает), которые определяются структурой и способами формирования знаний.

При рассмотрении процесса формирования академической резильентности обучающихся юношеского возраста в процессе изучения математики важным фактором является содержательная составляющая непосредственно самого курса математики, реализуемого в ракурсе обеспечения преемственности общего и высшего образования, которая должна базироваться на соответствии определенным критериям отбора дидактического материала.

Выделение критериев отбора содержания математического образования осуществляется согласно реализации принципа фундирования, суть которого в ракурсе математических дисциплин в школе и вузе заключается в интеграции содержания отдельных разделов и тем вокруг небольшого числа ключевых идей и смыслов, выделение в содержании математического образования некоторого фундаментального ядра, вокруг которого выстраивается весь образовательный процесс.

Выделяются следующие критерии отбора содержания математического образования в контексте академической резильентности:

− Дидактико-онтологические критерии, отражающие суть изучаемого феномена, к которым относятся критерий личностного смысла и критерий метаконитивности. Дидактическая сущность критерия личностного смысла заключается в определении на основе анализа математического содержания ценностно-смысловых единиц, имеющих личное значение для конкретного субъекта обучения в виде обучаемого, при этом учащийся самостоятельно находит такой смысл, интериаризирует его и закрепляет в собственных смысложизненных ориентациях, связанных с обучением и достижением социального успеха. Дидактическая сущность критерия метакогнитивности заключается в формировании определенного критериального содержания математического образования, работа с которым в качестве результата даёт не просто комплексный набора знаний, умений и навыков, но и формирование и развитие различных видов мышлений, эмоционально-ценностные переживания, поиск места новых знаний в индивидуальной когнитивной стратегии.

− Дидактико-методические критерии, характеризующие частно-дидактическую специфику предметной области (например, математика в различных интерпретациях), на примере рассмотрения и изучения которой ведется иллюстрация процесса формирования академической резильентности. К данной группе критериев относятся критерии фундаментальных концептов, спиральной динамики развития математических представлений и наглядного моделирования. Суть критерия фундаментальных концептов заключается в отборе и совместного рассмотрения такого математического содержания, которое показывает его системную природу на уровне систематизированных обобщений, названных в исследовании автора «нишами математического содержания» (рис. 4), при этом данные ниши представляют собой целостные конструкты, обеспечивающие понимание связи изученных математических понятий. Изучение каждой ниши требует не только усвоения, но и «присвоения» знаний для воплощения в конкретных образах учебных действий. Суть критерия спиральной динамики развития математических представлений заключается в том, что изучаемое в настоящий момент содержание основано на ранее освоенном, хотя, расположенные друг над другом ниши математического содержания имеют иное по качеству измерение, что, по своей сути, опять-таки наглядно демонстрирует реализацию принципа фундирования комплекса математических знаний, умений и навыков обучаемых. Суть критерия и принципа наглядного моделирования заключается в реализации процесса формирования адекватного множественным целям обучающегося субъекта устойчивого результата внутренних действий обучаемого на основе моделирования существенных свойств, ношений, связей и взаимодействий при непосредственном восприятии приемов знаково-символической деятельности с отдельным математическим знанием или упорядоченным набором знаний. С точки зрения математического образования применение данного критерия означает детальное и всестороннее исследование изучаемого процесса или явления с применением различных символьных обозначений, схем и рисунков с комментариями.

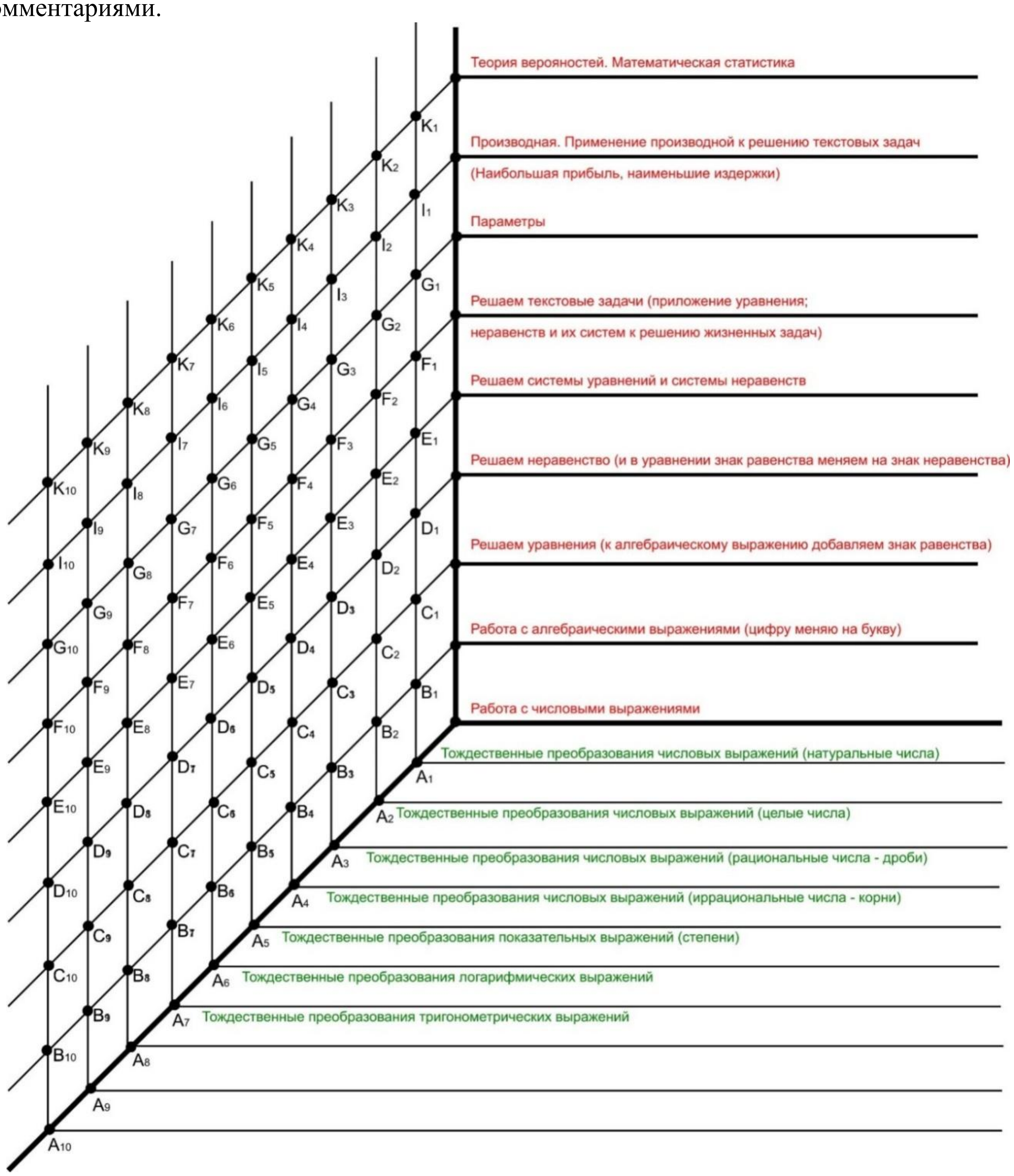

Рис. 4. Топологическая модель предметной области «математика»

Визуально сочетание описанных выше дидактико-методических критериев представлено на рис. 4 в виде топологической модели, рассматривающей исследуемые учащимися математические понятия я не как некоторые изолированные и однозначные конструкты, а как вариативное и нелинейное движение к целостности. Топологические представления изначально закрепились в математике как парадигмальная основа для реконструкции всего математического знания (Ф. Клейн). Основным предметом интереса в данной модели являются постоянные и устойчивые свойства математического содержания на соотношении инварианта и вариации. Топологическая модель отражает, что содержание образования не может быть «взято» или «отобрано». С помощью данных ниш оно конструируется предварительно (учителем) и реконструируется в процессе обучения (учителем и учеником). Необходимо подчеркнуть, что рефлексивное выстраивание обучающимся собственных образовательных траекторий и стратегий на основе осознания, принятия и применения форм мышления и учебной деятельности реализуется в процессе взаимодействия учителя и ученика посредством технологии сопровождения процессов формирования академической резильентности обучающихся на основе наглядного моделирования базовых учебных элементов при переходе со ступени общего на ступень высшего образования (Гриншкун, Заславский, 2021). Выделение концептов (ниш) математического образования позволяет определить и векторы преемственности изучения математики в школе и вузе. Блоки глобального фундирования позволяют показать всю преемственность (цепочку связей между темами) от школы к вузу, при этом фиксируется нелинейный подход к группировке содержания образования, т.к. на определенных уровнях локального фундирования необходимо привлекать содержание ниш, отличных от вертикальных, являющихся по отношению к данной теме основными инструментами. Например: вертикальную связь можно проследить при изучении приложений определенного интеграла (геометрический смысл – площадь криволинейной трапеции – определённый интеграл – формула Ньютона-Лейбница) в сочетании с пониманием определения функции и их графиков (функции и вся функциональная вертикаль) можно вычислять площади всех знакомых геометрических фигур. Задачи по стереометрии тесно связаны с применением двойных и тройных интегралов. Темы, содержащие дифференцирование и интегрирование связывают между собой школьную алгебру и геометрию, и изучаются в старших классах и продолжают изучаться более глубоко в курсе высшей математики, находя свое применение в дисциплинах, связанных со стохастическим анализом, где с помощью производной можно найти плотность распределения абсолютно-непрерывной случайной величины, а навык умения интегрирования, позволяет находить функции распределения случайных величин, это все продолжает изучаться в математической статистике, и в задачах прогнозирования.

Заключение

Таким образом, в результате проведенного автором исследования была осуществлена разработка полноценной технологии формирования академической резильентности обучаемых в фокусе реализации преемственности математического образования в школе и вузе, в рамках которой, во-первых, сформулированы теоретико-методологические основания формирования академической резильентности обучающихся юношеского возраста, включающие в себя идеи системно-деятельностного, экзистенциального и метакогнитивного подходов в контексте реализации принципа образования в течение всей жизни, во-вторых, разработана и апробирована дидактическая модель формирования академической резильентности, включающая три блока: мотивационно-целевой (педагогическое целеполагание, личностные ценности и смыслы процесса обучения), процессуальный (этапность, методы и средства формирования академической резильентности), личностный блок (личностные образовательные результаты, определяющие развитие обучающегося с учетом его целей и потребностей), в-третьих, классическая модель дидактического треугольника (ученик-учитель-предметное содержание) дополнена кластером фундирования, тем самым добавлена динамика дидактического процесса посредством перемещения вершин дидактического треугольника относительно плоскостей, отражающих уровни дидактической структуры: уровни предметного содержания, уровни освоения его учеником, уровни функциональных ролей педагога; и, вчетвертых, определены концепты математического образования, составляющие основу наглядного моделирования процесса формирования академической резильентности школьников в школах и студентов в вузах.

Список литературы

Валиева Ф.И. Индивидуально-личностные предпосылки резильентного поведения. Вестник Северо-Осетинского государственного университета имени Коста Левановича Хетагурова. 2016. № 4. С. 97-101.

Гриншкун В.В., Заславский А.А. Иерархическая структура алгоритмов построения индивидуальных образовательных траекторий. Вестник Московского городского педагогического университета. Серия: Информатика и информатизация образования. 2021. № 4 (58). С. 15-20.

Груздев М.В., Тарханова И.Ю. Становление «новой дидактики» педагогического образования в условиях глобального технологического обновления и цифровизации. Ярославский педагогический вестник. 2019. № 4 (109). С. 47-53.

Дворяткина С.Н., Смирнов Е.И., Щербатых С.В. Интеллектное сопровождение проектно-исследовательской деятельности школьников в гибридной среде обучения математике: монография. Елец: Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина, 2021.

Попова Е.А., Шеина М.В. Учеба в сильной школе – гарантия высоких академических результатов в вузе? Вопросы образования. 2017. № 1. С. 128-157.

Райхельгауз Л.Б. Резильентность образовательных результатов как новый принцип современной дидактики. Ярославский педагогический вестник, Серия: Общая педагогика, история педагогики и образования. 2019. №4 (109). С. 8-14.

Райхельгауз Л.Б. Педагогические подходы к преодолению математической тревожности школьников. Вестник Костромского государственного университета Педагогика Психология Социокинетка. 2019. № 4. С. 12-15.

Смирнов Е.И. Фундирование опыта в профессиональной подготовке и инновационной деятельности педагога: монография. Ярославль: Канцлер, 2012.

Смирнов Е.И., Богун В.В., Уваров А.Д. Синергия математического образования педагога: Введение в анализ. Ярославль: Канцлер, 2016.

FORMATION OF ACADEMIC RESILIENCY OF STUDENTS IN THE SCHOOL-UNIVERSITY ACCEPTANCE SYSTEM IN THE PROCESS OF STUDYING MATHEMATICS

Raikhelgauz L. B.
Ph.D., Associate Professor
vvvital@mail.ru
Yaroslavl
Yaroslavl State Pedagogical University named after K.D. Ushinsky

Abstract. Academic resiliency as a pedagogical phenomenon is understood as the individual ability of the student to systematically overcome various levels of difficulties in order to achieve the indicated goals and tasks, on the one hand, by the educational standard, and, on the other, by the student himself to form the necessary complex of knowledge, skills and skills in the study of educational disciplines both natural science and humanitarian profile. The article presents the main aspects of the concept of academic resiliency, the concept of applying an approach to the study of mathematics at school and university through the prism of continuity in terms of projecting the principles of visual modeling and basing to form the main aspects of mathematical objects. The structure of academic resiliency of students is considered from the point of view of the implementation of the educational process through the prism of the formation of personal results of students within the framework of a single structure, including motivation-value, cognitive, operational and emotional-will levels. The presented didactic educational model of academic resiliency includes a motivational-targeted, procedural block and personal blocks, changing the structure of the classical academic triangle: "student-teacher-subject content" due to the full application of the concepts of foundation and visual modeling of the processes and phenomena studied. The article presents a description of the structural and functional model of the formation of academic resiliency of students, based on the consistent formation of the motivational and value, operational and emotional-volitional levels of students, while special attention is paid to didactic-ontological and didactic-methodological criteria for selecting the content of mathematical education in the context of the formation of academic resiliency of students. The features of the application of the described approaches in relation to real yesterday's schoolchildren and today's students are shown through the prism of temporary changes in personality properties, expressed in the formation and development of an appropriate complex base of knowledge, skills and skills in mathematical disciplines at school and university.

Keywords: methodology for studying mathematics at school and university, academic resiliency, a system of knowledge, skills and skills, continuity of mathematics at school and university.

References

Dvoryatkina, S. N., Smirnov, E. I., Shcherbatykh, S. V. (2021). Intellektnoe soprovozhdenie proektno-issledovatel'skoj deyatel'nosti shkol'nikov v gibridnoj srede obucheniya matematike: monografiya. *Elec: Eleckij gosudarstvennyj universitet im. I.A. Bunina*. (In Russ).

Grinshkun, V. V., Zaslavskij, A. A. (2021). Hierarchical structure of algorithms for building individual educational pathways // *MCU journal of informatics and informatization of education,* 4 (58), 15-20. (In Russ., abstract in Eng.).

Gruzdev, M. V., Tarhanova, I. Y. (2019). Development of pedagogical education "new didactics" in conditions of global technological updating and digitalization // *Yaroslavl pedagogical bulletin,* 4 (109), 47-53. (In Russ., abstract in Eng.).

Popova, E. A., Sheina, M. V. (2017) Ucheba v sil'noj shkole – garantiya vysokih akademicheskih rezul'tatov v vuze? // *Voprosy obrazovaniya,* 1, 128-157. (In Russ).

Raikhelgauz, L. B. (2019) Resistance of educational results as a new principle of modern didactics. *Yaroslavl pedagogical bulletin,* 4 (109), 8-14. (In Russ., abstract in Eng.).

Raikhelgauz, L. B. (2019). Pedagogic approaches to overcoming mathematical anxiety of schoolchildren // *Vestnik of kostroma state university. Series: pedagogy. psychology. sociokinetics,* 2019, 4, 12-15. (In Russ., abstract in Eng.).

Smirnov, E. I., Bogun, V. V., Uvarov, A. D. (2016). Synergy of the teacher's mathematical education: Introduction to analysis. YAroslavl': Kancler. (In Russ.).

Smirnov, E. I. (2012). Founding in professional training and innovative activity of a teacher, YAroslavl': Kancler (In Russ.).

Valieva, F. I. (2016). Individual prerequisites of resilient behavior // *Bulletin of the north ossetian state university named after k. l. khetagurov,* 4, 97-101. (In Russ., abstract in Eng.).

МЕТОДОЛОГИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ В ЭПОХУ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ

DOI: 10.24888/2500-1957-2022-2-84-92

UDC 378.225

PART-TIME ADJUNCTS' FOREIGN LANGUAGE SCIENTIFIC COMMUNICATION SKILLS DEVELOPMENT ON THE BLENDED LEARNING PRINCIPLES

Volynkina N. V.
Dr. Sci. (Pedagogy), associate professor
Volynkina_n@mail.ru
Voronezh

N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin Air Force Academy

Abstract. Under conditions of higher military education digitalization there is an urgent problem of finding the balance between its potential and negative consequences when the military access to global Internet and personal digital devices employment are limited. One of the ways to solve the problem is to implement blended learning principles - the principles of consistency, visibility, practical implication, the continuity principle, and the principle of support – within the framework of a modified model combining elements of the Flex Model, the Virtual Model and the Supplemental Model. This model is implemented within the inner protected information and telecommunication infrastructure and fully adapted to specific conditions of a military higher school. The aim of the research is to prove the efficiency of the model based on the blended learning principles which contribute to successful development of part-time adjuncts' foreign language scientific communication skills in a military higher school such as: foreign language proficiency, thinking efficiency, communicative competences, and self-management. To solve the problem the following methods were used: the comparative analysis, synthesis, theoretical systematization and generalization, declarative and formative experiments, pedagogical observation, test conducting, qualitative and quantitative analysis, mathematical and statistical methods of empiric data processing (χ^2 Pearson test). The pilot base was N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin Air Force Academy (Voronezh). 24 part-time adjuncts of the first year took part in the experiment (PG = 12, CG = 12). The result of the experimental research showed the effectiveness and purposefulness of the blended learning principles implementation during part-time adjuncts' foreign language scientific communication skills development when preparing for PhD exam in English. The further survey of the problem deals with the search and scientific justification of new blended learning principles aimed at full-time and part-time adjuncts' intellectual and creative abilities development, working out intensification mechanisms in the context of educational transformations in the XXI century society.

Keywords: blended learning, part-time adjuncts, foreign language scientific communication, the discipline "Foreign language", a military higher school.

Introduction. The Russian Federation Armed Forces development for the country's national security requires the further enhancement of the military education system including coherent implementation of its military and scientific potential. The science's ability and commitment "to influence the processes of strengthening the country's defenses" (Astanin, 2013) improving the Armed Forces' combat power are determined first of all by the quality of vocational training at all levels of military professional education including post-graduate one. The strategy of adjuncts' advanced training is made up of the learning process intensification on the basis of the military higher school digitalization in the context of implementation of the prioritized project "The contemporary digital educational environment in Russian Federation" (2016) and the National program "Digital economics of Russian Federation" (2017).

In this regard specialists have defined a spatial vector of post-graduate learners' vocational training enhancement based on the blended learning principles, achievement of meaningful personalized professional adjuncts' training within educational and scientific base of a military higher school.

Originally the term "blended learning" was not clearly identified. In scientific literature terms with common meanings were simultaneously used: "blended learning", "hybrid learning", "technology-mediated instruction", and "mixed-mode instruction" (Newcombe, 2011; Norberg, Dziuban & Moskal, 2011; Ocak, 2011; Hunter, Austin, 2020 and others). In 2006 "The handbook of blended learning" was issued in which the term "blended learning" was clearly defined as a combination of face-to-face learning controlled by computer, "a range of possibilities presented through a mixture of Internet and E-mass media and forms where physical presence of a teacher and a learner is required" (Graham, Bonk, 2006).

Blended learning is based on distance learning, face-to-face learning and online learning. Depending on the learning process richness in online technologies of content delivery and character of participants' interaction experts offer several models of blended learning. For example, H. Stacker and M. Horn (Staker, Horn, 2012) identify four models: the Rotation Model (regular rotation of traditional classroom and E-lessons); the Flex Model (the main part of the educational material is studied online, the students have an opportunity to consult the teacher in a face-to-face format); a La Carte Model (a student can choose additional E-courses behind the basic learning, this type of model is for those students whose studying interests are out of traditional educational program); the Enriched Virtual Model (at the beginning the lessons are conducted in a traditional format, then students go on learning the material and interacting with the teacher in an online way).

According to S. Twigg (Twigg, 2003) there are also the Replacement Model (the bigger part of the educational material is studied in an E-format, the teacher coordinates the learning process, provides support in case of constraints, holds consultations); the Supplemental Model (the bigger part focuses on traditional classroom learning which is added with E-resources work); the Emporium Model (the learning process is carried out on a special website of a department and in a specially equipped computer class); the Buffet Model (the students can autonomously combine classroom and E-lessons depending on their educational needs).

A. Alammary and A. Carbone (Alammary, Carbone, 2014) classify types of blended learning according to the degree of impact: with a low impact degree – online lessons are added to the current course; with an average impact level – online activity is developed to change the previous one; with a high impact level – a blended module is developed from the very beginning, or face-to-face module or web-module as a module of blended learning is reprojected.

In the overseas educational system the most successful blended learning employment is experienced by the greatest universities such as University of Central Florida, Arizona State University, Georgia State University, the New College of Haddersfield, College of Manchester etc. In Russian system of higher education such an experience is possessed by School of Advanced Studies (Tymen State University), Kant Baltic Federal University, Ural Federal University etc.

In Russian military higher school including N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin Air Force Academy the inner protected information and telecommunication infrastructure is dynamically being developed. Due to the military access limitations to global Internet and personal digital devices employment the following problem arises: how to find the balance between the positive and negative consequences of digitalization in the educational process of a military higher school. One of the ways to solve the problem is to implement blended learning principles on the basis of such a combination of the learning models that wouldn't contradict the normative documentation of Russian Federation Ministry of Defense. Employment of the modified model based on the blended learning principles adapted for the military higher school educational process is quite possible within the discipline “Foreign language” studied by part-time adjuncts during preparation for the PhD exam. The aim of the research is to discover the peculiarities of the blended learning principles implementation during part-time adjuncts’ foreign language scientific communication skills development when studying the discipline “Foreign language”.

Materials and methods. The research was conducted in three phases. The first phase dealt with theoretical analysis of psychological and pedagogical works on the problem of blended learning implementation in a higher school educational process. At the second phase a declarative and formative experiment of part-time adjuncts’ foreign language scientific communication skills development based on the blended learning principles was implemented. The third phase was devoted to analysis of experimental results. The pilot base was N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin Air Force Academy (Voronezh). From 2017 to 2021 24 first-year part-time adjuncts (PG = 12, CG = 12) participated in the experiment.

Methods of comparative analysis, synthesis, systematization and generalization of theoretical statements, a declarative and formative experiment, pedagogical monitoring, testing, quantitative and qualitative analysis, mathematical and statistical methods of empiric data processing (χ^2 Pearson test) were employed in the research.

Diagnostics of the level of foreign language scientific communication skills development was carried out on the basis of a written lexical and grammar test, discussion, a report, a final essay; E. P. Torrance and J. P. Guilford’s test, MMPI-II and R.B. Cattell’s monitoring, “Self-management capacity” testing by N.M. Peisahov.

The hypothesis of the research was based on the suggestion that part-time adjuncts’ foreign language scientific communication skills development will be more efficient if blended learning principles adapted to special conditions of a higher military school are implemented in the educational process.

Results. The discipline “Foreign language” is studied within an educational component of the adjuncts’ scientific and pedagogical staff training program. The principle goal of learning the discipline is foreign language communication practical skills development and development of cognitive and research skills of gathering and processing scientific information in a foreign language for scientific (including international) activities within the major.

Adjuncts’ foreign language scientific communication skills mean: knowing the peculiarities of scientific results presentation in an oral and written form when working in international research teams; lexical and grammar phenomena and terms necessary for working with foreign language scientific texts and communicating in a foreign language; contemporary methods and technologies of scientific foreign language communication; rules of communicative behavior in situations of international scientific communication.

Adjuncts should be able to follow the rules of scientific communication; read and understand authentic scientific literature in a foreign language, follow the rules of interpreting and summarizing scientific foreign language information; work with additional sources of information including foreign language Internet-resources; make reports on the basis of Power Point presentations in a foreign language on themes connected with their scientific work; make up a scientific conversation, understand and evaluate different points of view, seek common grounds among different viewpoints and beliefs; use dictionaries, reference literature and other sources of additional information.

Upon completion of the course the learners should speak a foreign language to the extent necessary to obtain information from overseas sources when solving scientific and educational problems; develop scientific foreign language texts analysis skills; learn different types of interpersonal and business foreign language scientific communication, various methods and technologies of processing a great amount of foreign language information to use it in the scientific and research activity; spelling, orthoepic, lexical, grammatical and stylistic standards of the foreign language, properly use them in all types of scientific speech communication orally and in writing.

Thus, part-time adjuncts’ foreign language scientific skills development is determined by level of *foreign language proficiency* (correctness of spelling, orthoepic, lexical and grammar and stylistic standards employment in scientific oral and written communication); *thinking efficiency* (creativity, logic, critical thinking, emotional intellect), *communicative competences* (success of communicative behavior during public presentation of a scientific report in a foreign language), and *self-management* (control of stress, emotions, general condition).

A pilot and control group was identified; the diagnostic tool was developed at the declarative phase of the experiment. The diagnostic methods were selected according to the criteria and their indicators of part-time adjuncts' foreign language scientific communication skills development presented in Table 1.

Table 1.
Criteria, indicators and methods of level identification of part-time adjuncts' foreign language scientific communication skills development

Criteria	Indicators	Methods
Foreign language proficiency	correctness of spelling, orthoepic, lexical and grammar and stylistic standards employment in scientific oral and written communication	A written lexical and grammar test, discussion, a report, a final essay
Thinking efficiency	creativity, logic, critical thinking, emotional intellect	E.P. Torrance and J.P. Guilford's test
Communicative competences	success of communicative behaviour during public presentation of a scientific report in a foreign language	MMPI-II and R.B. Cattell's monitoring
Self-management	control of stress, emotions, general condition	"Self-management capacity" testing by N.M. Peisahov

The reference level was identified. The declarative phase results of the experiment are shown in Table 2.

Table 2.
The results of level identification of part-time adjuncts' foreign language scientific communication skills development at the declarative phase (%)

Skills of part-time adjuncts' foreign language scientific communication	Pilot group			Control group		
	High level	Average level	Low level	High level	Average level	Low level
Foreign language proficiency	0	25	75	8,3	33,3	58,3
Thinking efficiency	8,3	33,3	58,3	0	25	75
Communicative competences	0	25	75	8,3	33,3	58,3
Self-management	8,3	25	66,7	0	25	75

The x^2 Pearson's test at the declarative phase was 0,026 (Table 3).

Table 3.
The x^2Pearson's test at the declarative phase

Levels	$\mathbf{f_{pj}}$	$\mathbf{f_{cj}}$	$\mathbf{f_{pj}- f_{cj}}$	$\mathbf{(f_{pj}- f_{cj})^2}$	$\mathbf{(f_{pj}- f_{cj})^2/f_{cj}}$
High	0,50	0,50	0,00	0,00	0,000
Average	3,25	3,50	-0,25	0,06	0,018
Low	8,25	8,00	0,25	0,06	0,008
Total	12	12	0		**0,026**

The purpose of the formative phase was to implement blended learning principles during part-time adjuncts' foreign language scientific communication skills development. The learning model for the pilot group officers was developed. It comprised elements of three types of blended learning: The Flex Model in which the main part of the educational material is studied remotely, adjuncts have an opportunity to consult the teacher personally during the introductory session; the Virtual Model in which the introductory session at the beginning of the course is conducted in a traditional format, thereafter adjuncts learn the educational material and interact with a teacher remotely through e-mail; and the Supplemental Model in which the main part of the time is spent in the format of traditional classroom learning during adjuncts' sessions that is added by the work with electronic resources.

Thus, the "Inverted class" technology was implemented: the part-time adjuncts worked at home in their educational online environment employing their own electronic devices with internet access, learn new or review the studied material on their specialty. The adjuncts' preparation for PhD examination in a foreign language included: reading and translating authentic scientific and technical literature in the special field (150–200 pages); writing the translation of authentic scientific and technical texts in the special field into Russian (10–15 pages); making up a glossary of the foreign language literature.

At face-to-face lessons the specialized terminology was reviewed, the adjuncts presented their reports and PP slides based on the literature studied.

The knowledge received during special literature reading was activated in the form of a mid-term test, a simulation game, a virtual scientific conference etc. Thereby *the principle of consistency* was implemented: first the adjuncts had to learn a new subject or phenomena on their own then to obtain detailed information from the teacher and after that to use new skills in practice.

In this case a significant role was played by electronic resources which under conditions of the closed information and communicative environment of a military higher school were specially developed E-course books, additional presentation materials (Power Point slides), educational audio- and video records approved at the department meetings, the department's local network where the adjuncts could find the necessary additional educational materials etc.

This contributed to implementation of *the principle of visibility* in the part-time adjuncts' blended learning. The contemporary technologies of e-learning allowed to create a knowledge basis for the discipline "Foreign language", its module and even its definite theme without internet access which is very critical under special conditions of a military higher school. There are E-course books with videos, schemes, tables, pictures, different types of communicative tasks which are very comfortable for learners to have them at hand and appeal to them at any time.

One of the most important blended learning principles is *the principle of practical implication.* In a specialized language laboratory the learners' practical skills were drilled, knowledge levels were monitored by testing and other interactive forms. At face-to-face lessons the entire arsenal of the department material and technical base was systematically involved in the part-time adjuncts' blended learning, such as:

– the software system NIBELUNG designed for employment in computer classrooms as an interactive multimedia environment for efficient interaction;

– the software SunRav Book Office 4.3 for work with E-course books;

– the software for work with files in textual formats (doc, docx, rtf, wps, odt and others), presentations (pdf, ppt, pptx) including audio and/or video materials (mp4, mp3, mkv, jpg and others); ABBYY Lingva, ABBYY FineReader 14 Standard;

– audio equipment with the option of CDs listening;

– video equipment with the option of CD and DVD watching; a laptop; a multimedia projector for presentations, a screen.

In the format of virtual scientific conference during classroom lessons the adjuncts demonstrated correctness of spelling, orthoepic, lexical and grammar and stylistic standards employment in scientific oral and written communication; a degree of creativity, logic, critical thinking, emotional intellect development; to what extent their communicative behaviour during public presentation of their scientific report in a foreign language was successful; how they could overcome stressful situations, control emotions and general condition. At face-to-face lessons individual work (individual listening comprehension tasks with individual educational tools employment – computer, headphones, microphone, individual work with special literature etc.) was alternated with the group one (scientific debates, reports and Power Point presentations discussion etc.).

Due to the fact that a great number of studying hours of part-time adjuncts' program are spent on learning the material within the self-study it was very important for adjuncts from the pilot group to be constantly involved in the educational process. Persistent gaps in learning negatively influenced its results. Online technologies being used out of the military higher school allowed the part-time adjuncts from the pilot group to continue learning under any conditions thus *the continuity principle* of blended learning was implemented during part-time adjuncts' foreign language scientific communication skills development.

In the period of preparation for the PhD examination in a foreign language a part-time adjunct had to stay in touch with the teacher in order to ask a necessary question. During the experiment it was carried out through E-mail. It wasn't necessary for a learner to wait for the next session or lesson to obtain relevant information as it happened in the control group. Thus, *the principle of support* was implemented as one of the most important ones in part-time adjuncts' blended learning.

As we see at the formative phase of the experiment the pilot group officers studied on the blended learning principles, the control group officers studied on the principles of the traditional approach.

Upon completion of the formative phase of the experiment we monitored the dynamics of part-time adjuncts' foreign language scientific communication skills development level (Table 4).

Table 4.
The results of level identification of part-time adjuncts' foreign language scientific communication skills development at the formative phase (%)

Skills of part-time adjuncts' foreign language scientific communication	Pilot group			Control group		
	High level	Average level	Low level	High level	Average level	Low level
Foreign language proficiency	33,3	58,3	8,3	16,7	33,3	50
Thinking efficiency	41,7	41,7	16,7	8,3	33,3	58,3
Communicative competences	33,3	50	16,7	16,7	41,7	41,7
Self-management	33,3	66,7	0	8,3	33,3	58,3

The x^2Pearson's test at the formative phase was 10,233 (Table 5).

Table 5.
The x^2 Pearson's test at the formative phase

Levels	$\mathbf{f_{pj}}$	$\mathbf{f_{cj}}$	$\mathbf{f_{pj}- f_{cj}}$	$\mathbf{(f_{pj}- f_{cj})^2}$	$\mathbf{(f_{pj}- f_{cj})^2/f_{cj}}$
High	4,25	1,50	2,75	7,56	5,042
Average	6,50	4,25	2,25	5,06	1,191
Low	1,25	6,25	-5,00	25,00	4,000
Total	12	12	0		**10,233**

We noticed considerable positive difference between the pilot and control group: the high level in the PG before the experiment was shown by 4,2 % adjuncts, after the experiment – 35,4 %, in the CG – 4,2 % and 12,5 % accordingly; the average level in the PG was demonstrated by 27,1 %

before and 54,2 % officers after the experiment, in the CG – 29,2 % and 35,4 %; the low level was showed by 68,8 % the PG learners at the beginning of the experiment, after the work the indicators were decreased to 10,4 %, in the CG – from 66,7 % to 52,1 % (Fig. 1).

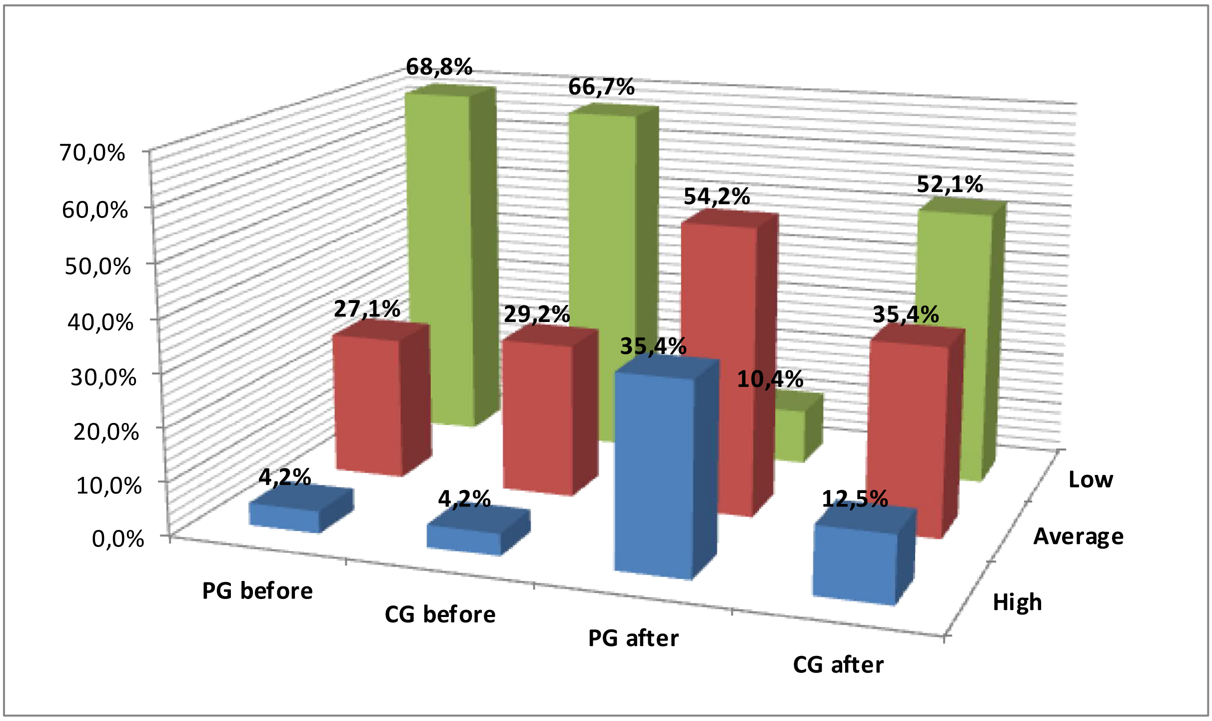

Fig. 1. The result of the experimental research of part-time adjuncts' foreign language scientific communication skills development based on the blended learning principles

Based on the formative experiment results analysis we came to the conclusion about efficiency and purposefulness of part-time adjuncts' foreign language scientific communication skills development based on the blended learning principles.

Conclusion. The study demonstrated the practical experience of part-time adjuncts' foreign language scientific skills development based on the blended learning principles when studying the discipline "Foreign language". Under conditions of the military access limitations to global Internet and personal digital devices employment the learning model was offered which included elements of the Flex Model, the Virtual Model and the Supplemental Model. It was proved that the "Inverted class' technology for part-time adjuncts teaching based on *the principles of consistency*, *visibility, practical implication, the continuity principle, the principle of support* was effective and purposeful and greatly contributed to efficient development of foreign language scientific communication skills in a military higher school such as: foreign language proficiency, thinking efficiency, communicative competences, self-management.

Thus, blended learning principles implementation within a military higher school digitalization contributes to enhancing the role of a humanitarian component, expanding adjuncts' linguistic horizons, their erudition, learning contemporary methods and technologies of scientific communication in a foreign language, forming readiness to participate in Russian and international research teams' work for solving scientific and educational problems.

The prospect of further research lies in the advanced search and justification of new blended learning principles aimed at full-time and part-time adjuncts' intellectual and creative abilities development, working out intensification mechanisms in the context of educational transformations in the XXI century society.

References

Alammary, A. J. Sh., Carbone, A. (2014). *Blended learning in higher education: Three different design approaches.* Australasian Journal of Educational Technology, 30(4), 440- 454.

Astanin, V. (2013). *Reformy armii i eksperimenty s bezopasnost'yu strany*. Voyennoye obrazovaniye, 23. (In Russ.)

Graham, Ch. R., Bonk, C. J. (2006). *The Handbook of Blended Learning: Global Perspectives, Local Designs.* Wiley & Sons, Incorporated, John, 624 p.

Chto takoye blended learning? Centr koordinacii obrazovatelnyh proyektov KFU. Available at: https://zillion.net/ru/blog/375/blended-learning-pieriekhod-k-smieshannomu-obuchieniiu-za-5-shaghov (In Russ.)

Cifrovaya 'ekonomika Rossijskoj Federacii. Nacional'naya programma, utverzhdennaya rasporyazheniem Pravitel'stva Rossijskoj Federacii ot 28 iyulya 2017 g. № 1632-r. Available at: https://base.garant.ru/71734878

Hunter, W. J., Austin, R. (2020). *Blended and Online Learning for Global Citizenship: New Technologies and Opportunities for Intercultural Education.* Routledge. 215 p.

Newcombe, E. (2011). *A work in progress: Refining the "blend" of face-to-face and online instruction.* Paper presented at the World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications, Lisbon, Portugal. Available at: http://www.editlib.org/p/38304

Norberg, A., Dziuban, C.D, &Moskal, P.D. (2011). *A time-based blended learning model. On the Horizon*, 19, 207-216. Available at: http://www.emeraldinsight.com/loi/oth

Ocak, M. A. (2011). *Why are faculty members not teaching blended courses? Insights from faculty members*. Computers & Education, 56, 689-699.

Sovremennaya cifrovaya obrazovatel'naya sreda v Rossijskoj Federacii. Prioritetnyj proekt (utverzhden prezidiumom Soveta pri Prezidente Rossijskoj Federacii po strategicheskomu razvitiyu i prioritetnym proektam, protokol № 9 ot 25.10.2016). Available at: http://ivo.garant.ru/#/doclist/13665

Staker H., Horn M. (2012). *Classifying K-12 Blended Learning.* Mountain View, CA: Innosight Institute, 22 p. Available at: http://www.christenseninstitute.org/wp-content/uploads/2013/04/Classifying-K-12-blended-learning.pdf

Twigg C. A. (2003). *Improving Learning and Reducing Costs: New Models for Online Learning Educational Review.* Published by Taylor & Francis (Routledge)

ФОРМИРОВАНИЕ НАВЫКОВ ИНОЯЗЫЧНОЙ НАУЧНОЙ КОММУНИКАЦИИ АДЪЮНКТОВ-ЗАОЧНИКОВ НА ОСНОВЕ ПРИНЦИПОВ СМЕШАННОГО ОБУЧЕНИЯ

Волынкина Наталия Валериевна
д.п.н., доцент
Volynkina_n@mail.ru
г. Воронеж

ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия имени профессора Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина»

Аннотация. В условиях цифровизации военного профессионального образования возникает актуальная проблема поиска баланса между ее возможностями и негативными последствиями при ограничении доступа военнослужащих к глобальному Интернету и использованию личных цифровых устройств. Одно из решений данной проблемы лежит в реализации принципов смешанного обучения – принципов последовательности, наглядности, практического применения, непрерывности, поддержки в контексте модифицированной модели обучения, сочетающей элементы Flex Model, Virtual Model и Supplemental Model. Данная модель реализуется в рамках внутренней защищенной информационно-телекоммуникационной инфраструктуры и полностью адаптирована к специфическим условиям военного вуза. Цель исследования – доказать эффективность модели на основе принципов смешанного обучения, позволяющих успешно формировать структурные компоненты иноязычной научной коммуникации адъюнктов-заочников в условиях военного вуза, а именно: владение иностранным языком, эффективность мышления, коммуникативную грамотность, самоуправление. Для решения проблемы были использованы методы сравнительного анализа, синтеза, систематизации и обобщения теоретических положений, а также констатирующий и формирующий эксперименты, педагогическое наблюдение, тестирование, количественный и качественный анализ, методы математической и статистической обработки эмпирических данных (критерий $\chi 2$ Пирсона). Опытно-экспериментальной базой являлся ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина» (г. Воронеж). В эксперименте приняли участие 24 адъюнкта-первокурсника заочной формы обучения (12 офицеров – ЭГ, 12 офицеров – КГ). Результат опытно-экспериментального исследования показал эффективность и целесообразность реализации принципов смешанного обучения в процессе формирования навыков иноязычной научной коммуникации адъюнктов-заочников при подготовке к кандидатскому экзамену по дисциплине «Иностранный язык». Дальнейшее исследование проблемы связано с поиском и научным обоснованием новых принципов смешанного обучения, направленных на развитие интеллектуально-творческих способностей адъюнктов как очной, так и заочной формы обучения, в разработке механизмов совершенствования исследуемого процесса в рамках образовательных трансформаций общества XXI века.

Ключевые слова: смешанное обучение, адъюнкты-заочники, иноязычная научная коммуникация, дисциплина «Иностранный язык», военный вуз.

DOI: 10.24888/2500-1957-2022-2-93-99

UDC 378.8

TEACHERS' PROFESSIONAL SELF-DEVELOPMENT OF VOCATIONAL TRAINING IN A DIGITAL EDUCATIONAL FORMAT

Maksyutova N. N.
Dr. Sci. (Pedagogy), associate professor
maksyutovann@inbox.ru
Volgograd
Volgograd State Agricultural University

Zolotykh N. V.
Dr. Sci. (Pedagogy),associate professor
pedagogika25@mail.ru
Volgograd
Volgograd State Agricultural University

Shevchenko T. U.
Dr. Sci. (Pedagogy), associate professor
shefdtj@yandex.ru
Volgograd
Volgograd State Social Pedagogical University

Abstract. The rapid dynamics of digitalization of the vocational education system requires a teacher not only with no experience, but also active professional development. The purpose of the article is based on the analysis of domestic and foreign studies and pedagogical practice to diagnose the professional teachers' self-development of vocational training at the stage of active implementation of the digital learning format during the pandemic. The leading method of research is a questionnaire: the set of methods includes a questionnaire for assessing the level of readiness of a teacher for development by V.I. Zvereva, N.V. Nemova. A non-standard questionnaire adapted for teachers of vocational training and an author's questionnaire that allows an analysis of factors contributing to and hindering the professional development of respondents. The diagnostic results show a high level of professional activity of teachers in the "pre-digital" period and in the conditions of the digital educational format. However, there are significant differences in the assessment of the factors of professional self-development among teachers in the conditions of the classical system of education and at the stage of active implementation of the digital format of education. The novelty of the research lies in the study and subsequent analysis of the factors contributing to and hindering the professional self-development of teachers. The practical significance is due to the possibility of using the author's questionnaire for empirical studies of the professional development of teachers of vocational education.

Keywords: digitalization, development, professional self-development, professional education, professional training.

Introduction. Globalization, digitalization and other objective processes affect not only the country's economy, but also the education system. There is an increasing need for young personnel, mobile, labile, able to independently carry out their own professional development. To train such specialists, first of all, it is necessary to attract teachers with a high level of professional skill, who are ready to constantly develop themselves, implement new educational solutions. The requirements for a teacher of professional training are also constantly increasing at the directive level – standards are becoming more complicated, new competencies are emerging.

The transition to a new educational format due to the pandemic also sets new requirements for the professional potential of a teacher. There are a number of objective difficulties that hinder the traditional organization of the educational process: an increasing share of independent work and control of all its participants, the need for constant retention of students' attention, distorted feedback, the inability to use group dynamics, etc. All these difficulties require intensive development of personal and professional qualities of the teacher.

The question of external and internal factors that stimulate or hinder the professional self-development of a teacher remains open. It is known that in some countries participation in professional development is mandatory, in others it is voluntary (Kosareckij, Barannikov & Belikov, 2019). However, administrative incentives may cause formal fulfillment of program requirements. At the same time, there will be no internal motivation for personal and professional self-development. According to experts, there are two possible behavioral strategies with external stimulation: active resistance, rejection of the situation, ignoring new conditions or active search for new forms of self-organization, development of necessary competencies (Savva, 2021). Therefore, it can be assumed that the most effective way of professional self-development of teachers is to stimulate their internal motivation.

The thesis has sufficient evidence presented in domestic and foreign psychological and pedagogical research. Self-development as a human need was considered in detail in the works of foreign psychologists A.H. Maslow, A. Bandura, J. Rotter. G.W. Allport formulated the idea of determinism of behavior from self-knowledge and the level of self-development.

The fundamental ideas are personal and professional development as the basis for achieving professional "akme" in the works of A.S. Anisimov, A.A. Bodalev, A.A. Derkach, V.G. Zazikin, N.V. Kuzmina. The researchers focused on interdisciplinary connections and integration approaches in the study of the problems of personal self-development.

The issue of professional self-development is considered directly in the works of R.A. Sabirova (Sabirova, 2009), D.A. Leontiev, A.A. Lebedeva, A.A. Kostenko (Leont'ev, Lebedeva & Kostenko, 2017), N.S. Gluhanyuk (Gluhanyuk, 2005), V.N. Petrova, N.V. Kozlova (Petrova & Kozlova, 2018), etc.

Modern research (Suchodoletz, Larsen & Hamre, 2018) confirms that the professional self-development of teachers is largely determined by a number of factors: interest in work, the example of colleagues, the growth of responsibility, as well as the state of inertia / activity.

According to empirical studies by N.V. Zolotykh, A.V Chernyaeva, T.S. Shevchenko, Cirocki, B.S. Kasumova, H.L. Nal'gieva (Zolotykh et al., 2019; Cirocki, 2019; Kasumova & Nal'gieva, 2021), internal factors, namely the interests and motivation of teachers, are crucial for professional development and self-development.

According to M. Tschannen-Moran (Tschannen-Moran & Woolfolk, 2001), the sources of professional self-development are the collective exchange of information through the professional community, indirect experience (observing the successful work of another person) and personal experience of mastery.

R. Prenger, C.L. Poortman, A. Handelzalts (Prenger, Poortman, Handelzalts, 2019) confirm that participation in online professional communities seems to be a promising strategy for the professional development of teachers.

Modern foreign studies of professional development of teachers are increasingly focusing on informal professional self-development taking place outside the educational organization (Lantz-Andersson, Lundin, Selwyn, 2018); Luo, Freeman & Stefaniak, 2020). Representatives of the American (Dede, Ketelhut, Whitehouse, Breit & McCloskey, 2009) and British (Trust, Krutka & Carpenter, 2016) scientific schools equally believe that this approach contributes to more sustainable professional self-development, becomes the basis for its continuity.

The understanding of professional self-development of a teacher as a form of socialization in professional thinking and practice can be considered the most accurate (Richards, 2008). According to R. Sancar, D. Atal, D. Deryakulu, A. Cirocki, T.S. Farrell (Sancar et al., 2021), it lasts continuously – from the beginning of professional activity to its end. Thus, professional self-development is not a one-time action, but rather a developing process of professional self-disclosure, reflection and growth.

The analysis of domestic and foreign sources, pedagogical practice allows us to propose a definition of professional self-development as a process of continuous personal and professional improvement of teachers, influenced by external and internal factors.

The logic of the development of the modern educational situation caused by the change of the training format, the transition to digital technologies, initiates the search for new conditions for professional self-development of teachers.

Taking this into account, the aim of the study is to diagnose the professional self-development of teachers of vocational training in a digital educational format.

Research objectives:

– empirical study of the level of professional self-development of teachers of vocational training in the conditions of the classical fixed-term education system and at the stage of active implementation of the digital learning format (the period of the COVID-19 pandemic);

– comparative analysis of professional self-development of teachers in the conditions of traditional and digital educational formats.

The hypothesis of the study consisted in the assumption that there are differences in the level of professional self-development of teachers, as well as stimulating and hindering factors.

The results of the study can serve as a basis for further research of professional self-development of teachers of vocational training in the situation of active digitalization of the education system in Russia and in the world as a whole.

Dear colleagues! Your opinion as a professional is important to us. Evaluate the possibilities of a teacher for professional self-development and the factors that stimulate and hinder this process. When answering the questionnaire questions, please put a score near each number: 2 - if this statement fully corresponds to your opinion, 1 - partially matches 0 - does not match.		
Factors hindering the development and self-development of a teacher :		
1.	Own inertia.	
2.	Disappointment due to previous failures.	
3.	Lack of support and assistance in this matter from managers.	
4.	The hostility of others (envy, jealousy, etc.) who perceive changes and the desire for new things poorly in you.	
5.	Inadequate feedback from team members and management, i.e. lack of objective information about yourself.	
6.	State of health.	
7.	Lack of time.	
8.	Limited resources, straitened life circumstances.	
Stimulating factors:		
1.	Training courses.	
2.	Example and influence of colleagues.	
3.	Example and influence of managers.	
4.	Participation in informal professional communities.	
5.	Novelty of activity, working conditions and the possibility of experimentation	
6.	Self-education.	
7.	Interest in work.	
8.	Increasing responsibility.	

Picture 1. Assessment of factors of professional self-development of teachers' professional education (questionnaire)

Methodology. The methodology for diagnosing the level of self-development and professional and pedagogical activity by L. N. Berezhnova is based on the understanding that self-development is characterized by the desire to develop, the presence of personality traits that contribute to self-development, and the possibility of self-realization in professional activities (L. N. Berezhnova, E. I. Rogov, 2018). To organize an empirical study, a questionnaire was chosen to assess the level of readiness of a teacher for development (V.I. Zvereva, N.V. Nemova), adapted for teachers of professional educational organizations (it has a level approach and allows to differentiate respondents by levels of ability to professional self-development) (Zvereva, 2018). A questionnaire has also been developed to analyze the factors contributing to and hindering the professional growth of teachers. The statements of the questionnaire allow us to assess the impact of various factors on the readiness for professional self-development of teachers of vocational training. The questionnaire is presented below (Pic. 1).

To diagnose the professional self–development of teachers of vocational training, professional educational organizations of secondary vocational education (SVE) and a structural subdivision of the Volgograd State Agrarian University - the Institute of Continuing Education, implementing SVE programs, were selected as an experimental base.

80 teachers of the Volgograd College of Mechanical Engineering and Communications, Volgograd College of Railway Transport and Communications (Volgograd), Kuzbass College of Architecture, Construction and Digital Technologies (Novokuznetsk, Kemerovo Region) were selected as an experimental group, 78 teachers of the Institute of Continuing Education of VolGAU, Volgograd Energy College (Volgograd), Armavir College of Management and Information Technologies (Armavir, Krasnodar region) were selected as a control group. As a control group, teachers of general education and professional disciplines of these colleges were considered who took part in the study of the professional and pedagogical competence of teachers of secondary vocational education, conducted in 2018-2019, in the conditions of the classical educational format (Maksyutova, 2020).

The experimental group included teachers who implemented training courses at the stage of active implementation of the digital learning format (the COVID-19 pandemic period from April 2019 to January 2021).

Results. The diagnostic results of the control group show a high level of professional activity of teachers: 88% of college teachers strive for self-development, only 12% of respondents are at an uncomplicated stage of pedagogical development. It is noteworthy that there are no teachers with stopped self-development.

Despite the high readiness of teachers for professional self-development, there is little activity of teachers in the digitalization of the educational process (Maksyutova, 2019). To identify the causes of this discrepancy and pedagogical passivity of teachers, an analysis of factors contributing to and hindering their professional self-development was carried out.

The most significant stimulating factors, according to teachers, are: the opportunity to study at advanced training courses, interest, novelty of activity, influence of colleagues. The results obtained are partly explained by the empirical data of I.B. Avakyan (Avakyan, 2020) on the existence of a direct relationship between the level of self-development and the socio-psychological climate in the team.

The diagnostic results are presented in Table 1.

Table 1.

Factors stimulating professional self-development of teachers (in points)

Factor	*Average value*
Training courses	2,3
Example and influence of colleagues	2,1
Example and influence of managers	1,6
Participation in informal professional communities	0,9
Novelty of the activity	1,8
Self-education classes	1,8
Interest in work	2,8
Increasing responsibility	0,9

Diagnostics of restraining factors showed their high importance for teachers. At the same time, the majority of teachers (63.9% of teachers) note their own high passivity, which hinders professional development. At the same time, teachers are significantly less likely to admit that lack of time, lack of support, frustration over previous failures, limited resources, straitened circumstances, health and life circumstances hinder their professional development (Table 2).

Table 2.

Factors impeding the professional development of teachers (in points)

Factor	*Average value*
Own inertia	2,6
Disappointment due to previous failures	2,2
Lack of support and assistance in this matter from managers	2,1
Hostility of others (envy, jealousy, etc.)	1,4
Inadequate feedback from team members and management	1,2
Health status	2,3
Lack of time	2,2
Limited resources, straitened circumstances	2,5

Thus, teachers of the vocational education system recognize that the main limiting factor in professional development is their own personal characteristics and motives. With regard to the stimulating factors of professional growth, this situation repeats itself: the interest in work and the possibility of experimentation are significant. Consequently, teachers note the great importance of internal factors that hinder and stimulate their professional growth. The diagnostic results of the experimental group also show a high level of professional activity of teachers. A high level of ability for professional self-development was noted among 92% of respondents, the average – 8%. More significant differences were identified in the process of assessing the stimulating and hindering factors of professional development. The teachers of the experimental group, forced to quickly switch to the digital format of education in the last two years, assess the importance of self-development incentives as follows: participation in informal professional communities (2.6 points) and self-education (2.6 points) becomes the most significant. The respondents attributed limited resources (2.8 points) and their own inertia (2.6 points) to the factors hindering professional self-development. These data are sufficient to talk about differences in the assessment of factors of professional self-development among teachers in the conditions of the classical fixed-term education system and at the stage of active implementation of the digital learning format (the period of the COVID-19 pandemic). A comparative analysis of the level of professional self-development of teachers in the conditions of traditional and digital educational formats shows not only high results in both groups, but also a change in the values of factors for professional growth towards greater independence and internal resources. Thus, the hypothesis of the study was confirmed – there are differences in the level of professional self-development of teachers, as well as stimulating and hindering factors.

Discussion. A large-scale empirical study of teachers' professional development conducted by the Norwegian Center for Scientific Education in April 2021 (berit, Sonja & Mork, 2021) also confirms that there are a number of obstacles/incentives for their professional regression or growth. The most significant factors for professional development were called: the possibility of access to external sources of information, self-education and novelty of activity. Teachers attributed the lack of time and the complexity of resources to the obstacles. It is noteworthy that the stimulating factors are both external and internal resources. Whereas the difficulties of professional development, according to teachers, are due solely to external factors.

Conclusion. For the purpose of professional self-development, a teacher should take part in various types of professional activities: to carry out innovative developments of educational and extracurricular activities, to improve the educational process by including new technologies and resources, to participate in creative search together with other representatives of the pedagogical community, to create and develop author's elective classes, i.e., he should develop constantly and comprehensively.

References

Avakyan, I. B. (2020). Striving for self-development as a factor of innovative readiness of university teachers. *Obrazovanie i samorazvitie – Education and self-development*, 2, 88-102. (In Russ).

Gluhanyuk, N. S. (2005). *Psychology of teacher professionalization.* Ekaterinburg: RGGPU. (In Russ).

Zvereva, L.G. (2018). Information competence of the teacher. *Colloquium-journal,* 11-5 (22), 29-31. (In Russ).

Kasumova, B. S., Nal'gieva, H. L. (2021). Professional development and self-education of a teacher. *Sovremennyj uchenyj- A modern scientist.* 1, 67-69. (In Russ).

Kosareckij, S.G., Barannikov, K.A., Belikov, A.A. (2019). *Russian school: the beginning of the XXI century.* Moscow: Higher School of Economics. (In Russ).

Leont'ev, D. A., Lebedeva, A. A., Kostenko, V. YU. (2017). Trajectories of personal development: Reconstruction of L.S. Vygotsky's Views. *Voprosy obrazovaniya- Education issues.* 2, 98–112. https://doi.org/10.17323/1814-9545-2017-2-98-112

Maksyutova, N. N. (2019). Research of information-pedagogical competence for teachers of secondary vocational education. *Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta. Elektronnyj nauchnyj zhurnal-Bulletin of the Orenburg State Pedagogical University. Electronic scientific journal,* 1 (29), 223-241. https://doi.org/10.32516/2303-9922.2019.29.19

Maksyutova, N. N. (2020). Development of information-pedagogical competence for SVO teachers in the conditions of an educational organization. *Primo Aspectu,* 1 (41), 76-83.

Petrova, V. N., Kozlova, N. V. (2018) Professional development in a changing world: the strategy of life fulfillment. *Sibirskij psihologicheskij zhurnal- Siberian Psychological Journal*, 70, 59-74. https://doi.org/10.17223/17267080/70/5

Sabirova, R. A. (2009). Optimization of professional self-development of a teacher as a psychological and pedagogical phenomenon. *Obrazovanie i samorazvitie- Education and self-development*, 3 (13), 31-37. (In Russ).

Savva, N. V. (2021). The influence of autocompetence on the professional self-development of a teacher in modern conditions of distance education. *Grani poznaniya-Facets of Cognition,* 1 (72), 23-31. (In Russ).

Berit, S., Sonja, H., Mork, M. (2021). Taking 21st century skills from vision to classroom: What teachers highlight as supportive professional development in the light of new demands from educational reforms. *Teaching and Teacher Education*, 100, 103286. https://doi.org/10.1016/j.tate.2021.103286

Cirocki, T. S. (2019). Professional development of secondary school EFL teachers: Voices from Indonesia. *System*, 85, 102-111. https://doi.org/10.1016/j.system.2019.102111

Dede, C., Ketelhut, D. J., Whitehouse, P., Breit, L., McCloskey, E. M. (2009). A research agenda for online teacher professional development. *Journal of Teacher Education*, 60 (1), 8-19. https://doi.org/10.1177/0022487108327554

Lantz-Andersson, A., Lundin, M., Selwyn, N. (2018). Twenty years of online teacher communities: A systematic review of formally-organized and informally-developed professional learning groups. *Teaching and Teacher Education*, 75, 302-315. https://doi.org/10.1016/j.tate.2018.07.008

Luo, T., Freeman, C., Stefaniak, J. (2020). «Like, comment, and share» – professional development through social media in higher education: A systematic review. *Educational Technology Research & Development*, 68 (4), 1659-1683. (In Russ).

Prenger, R., Poortman, C. L., Handelzalts, A. (2019). The effects of networked professional learning communities. *Journal of Teacher Education,* 70 (5), 441-452. https://doi.org/10.1177/0022487117753574

Richards, J. C. (2008). Second language teacher education. *RELC Journal*, 39, 158-177.

Rogov, E. I. (2018). Nastol'naya kniga prakticheskogo psikhologa. Rabota psikhologa so vzroslymi. Korrektsionnye priemy i uprazhneniya [Handbook of a practical psychologist. Work of a psychologist with adults. Corrective techniques and exercises]: praktich. posobie. Part 2, Moscow: Yurait. (In Russ).

Sancar, R., Atal, D., Deryakulu, D. (2021). A new framework for teachers' professional development. *Teaching and Teacher Education*, 101, 103305. https://doi.org/10.1016/j.tate.2021.103305

Suchodoletz, F. M., Larsen, J. R., Hamre, B. K. (2018). Personal and contextual factors associated with growth in preschool teachers' self-efficacy beliefs during a longitudinal professional development study. *Teaching and Teacher Education*, 75, 278-289. (In Russ).

Trust, T., Krutka, D. G., Carpenter, J. P. (2016). «Together we are better»: Professional learning networks for teachers. *Computers & Education*, 102, 15-34. (In Russ).

Tschannen-Moran, M., Woolfolk, H. A. (2001). Teacher efficacy: Capturing an elusive construct. *Teaching and Teacher Education*, 17, 783-805. https://doi.org/10.1016/S0742-051X(01)00

Zolotykh, N. V., Chernyaeva, A. V., Shevchenko, T. U. (2019). Network support for personnel training: evaluation component. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering,* 483, 1-8. (In Russ).

ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ САМОРАЗВИТИЕ ПЕДАГОГОВ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ФОРМАТА

Максютова Надежда Николаевна
к.п.н., доцент
maksyutovann@inbox.ru
г. Волгоград
Волгоградский государственный аграрный университет

Золотых Наталья Владимировна
к.п.н., доцент
pedagogika25@mail.ru
г. Волгоград
Волгоградский государственный аграрный университет

Шевченко Татьяна Юрьевна
к.п.н., доцент
shefdtj@yandex.ru
г. Волгоград
Волгоградский государственный социально-педагогический университет

Аннотация. Стремительная динамика цифровизации системы профессионального образования требует от педагога не только трансляции имеющего опыта, но и активного профессионального развития. Цель статьи – на основе анализа отечественных и зарубежных исследований и педагогической практики провести диагностику профессионального саморазвития педагогов профессионального обучения этапе активного внедрения цифрового формата обучения в период пандемии. Ведущим методом исследования является анкетирование: в комплект методик включен опросник оценки уровня готовности педагога к развитию В.И. Зверевой, Н.В. Немовой, адаптированный для педагогов профессионального обучения и авторская анкета, позволяющая провести анализ факторов, способствующих и препятствующих профессиональному развитию респондентов. Результаты диагностики показывают высокий уровень профессиональной активности педагогов в «доцифровой» период и в условиях цифрового образовательного формата. Однако имеются значимые различия в оценке факторов профессионального саморазвития у педагогов в условиях классической урочной системы образования и на этапе активного внедрения цифрового формата обучения. Новизна исследования заключается в исследовании и последующем анализе факторов, способствующих и препятствующих профессиональному саморазвитию педагогов. Практическая значимость обусловлена возможностью использования авторской анкеты для эмпирических исследований профессионального развития преподавателей профессионального образования.

Ключевые слова: цифровизация, развитие, профессиональное саморазвитие, профессиональное образование, профессиональное обучение.

Научный журнал

C O N T I N U U M

МАТЕМАТИКА. ИНФОРМАТИКА.

ОБРАЗОВАНИЕ

Выпуск №2(26) / 2022

Редактор – Н.П. Безногих
Компьютерная верстка – В.В. Лаухин
Техническое исполнение – В.М. Гришин

Подписано в печать 23.06.2022
Дата выхода в свет 24.06.2022

Бумага формат А-4 (50,0 п.л.).
Гарнитура Times. Печать трафаретная
Тираж 1000 экз. Заказ № 36
Свободная цена

Адрес редакции:
399770, Липецкая область, г. Елец, ул. Коммунаров, 28
E-mail: secretary@continuum-journal.ru
Сайт редколлегии: https://continuum-journal.ru

Подписной индекс журнала **№64987** в объединенном каталоге «Пресса России»

Отпечатано с готового оригинал-макета
на участке оперативной полиграфии
Елецкого государственного университета им. И.А. Бунина
399770, Липецкая область, г. Елец, ул. Коммунаров, 28, 1

ФГБОУ ВО «Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина»
399770, Липецкая область, г. Елец, Коммунаров, 28, 1